

Aus der Milchwirtschaftlichen Abteilung
des Instituts für Tierzucht und Haustiergenetik
der Justus Liebig-Universität Gießen
Abteilungsleiter: Prof. Dr. E. Renner

**Auswirkungen
klimatischer Faktoren auf Sekretionsstörungen
sowie auf Menge und Eigenschaften der Milch**

Hanns-Joachim Wolf

Gießen 1972

V o r w o r t

=====

Die vorliegende Arbeit wurde von Herrn Hanns-Joachim Wolf im Dezember 1972 dem Fachbereich Angewandte Genetik und Leistungsphysiologie der Tiere an der Justus Liebig-Universität Gießen als Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Agrarwissenschaften vorgelegt. Vor dem Abschluß des Promotionsverfahrens, als lediglich noch die mündliche Prüfung abzulegen war, verstarb Herr Wolf im Juni 1973 an den Folgen eines Verkehrsunfalls. Die Fachbereichskonferenz prüfte daraufhin die Möglichkeit eines Abschlusses des Promotionsverfahrens und kam zu dem Ergebnis, daß die wissenschaftlichen Fachgespräche, die Herr Wolf während des laufenden Promotionsverfahrens mit den Mitgliedern des Prüfungsausschusses geführt hatte, den Bedingungen entsprechen, wie sie in der Promotionsordnung an die mündliche Prüfung gestellt werden, und daß dadurch das Promotionsverfahren als ordnungsgemäß abgeschlossen gelten kann.

Dieser Beschluß wurde vom Präsidenten der Justus Liebig-Universität Gießen in Ausübung seiner Rechtsaufsicht gemäß Paragraph 10 Abs. 5 HUG beanstandet. Ein Antrag an den Hessischen Kultusminister, die Möglichkeit eines Abschlusses des Promotionsverfahrens in diesem Sonderfall zu prüfen, blieb ohne positiven Bescheid.

Die von Herrn Wolf vorgelegte Dissertation kann daher nicht als Promotionsarbeit publiziert werden.

Gießen, im Mai 1974

E. Renner



Zur Durchführung dieses Forschungsvorhabens wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft eine Sachbeihilfe gewährt, wofür an dieser Stelle der Dank ausgesprochen wird.

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

	Seite
Einleitung	1
1. Material und Methode	2
1.1. Material	2
1.2. Untersuchungsmethodik	3
1.2.1. Bestimmung klimatischer Faktoren	3
1.2.2. Probenahme	3
1.2.3. Elektronische Zellzahlbestimmung	3
1.2.4. Fettgehaltsbestimmung	4
1.2.5. Fettsäurenbestimmung	5
1.2.6. Gesamteiweißbestimmung	5
1.2.7. Caseinbestimmung	5
1.2.8. Serumproteinbestimmung	6
1.2.9. Bestimmung der Serumfraktion	6
1.2.10. NPN-Bestimmung	7
1.2.11. Molkenablauf	7
2. Untersuchungsergebnisse	8
2.1. Klimatische Einflüsse auf den Zellgehalt	10
2.2. Klimatische Einflüsse auf die Milchleistung	19
2.3. Klimatische Einflüsse auf den prozentualen Fettgehalt und die Fetttagesleistung	26
2.4. Klimatische Einflüsse auf das Fettsäurespektrum	37
2.5. Klimatische Einflüsse auf den prozentualen Eiweißgehalt und die Eiweißleistung	65
2.6. Klimatische Einflüsse auf den Casein-gehalt	71
2.7. Klimatische Einflüsse auf den Serumproteingehalt	75

2.8.	Klimatische Einflüsse auf den Gehalt der einzelnen Serumproteinfraktionen	78
2.9.	Klimatische Einflüsse auf den NPN-Gehalt	98
2.10.	Klimatische Einflüsse auf die Käse- tauglichkeit	102
3.	Zusammenfassung	106
4.	Literaturverzeichnis	108

EINLEITUNG

Die deutsche Landwirtschaft erfuhr in den letzten zwei Jahrzehnten durch die Freisetzung von Arbeitskräften einen einschneidenden Wandel, wobei technischer Fortschritt bei gleichzeitiger Beachtung betriebswirtschaftlicher Grundsätze eine Steigerung der Arbeitsproduktivität ermöglichte. Eine weitere Folge dieser Entwicklung ist die Spezialisierung der Innen- und Außenwirtschaft, um wirkungsvoll das Kosten- Erlösverhältnis zu verbessern, wozu auch die Bestandsaufstockung der verbliebenen Nutztiere beigetragen hat.

Die Festlegung der tierhaltenden Betriebe auf bestimmte Produktionsprogramme steigerte gleichzeitig den Anspruch an die Produktionseignung der Tiere, der von den Züchterorganisationen durch Einsatz gezielter Zuchtprogramme und durch Benutzung moderner Datenverarbeitung entsprochen wurde. So wurde auch das Milchvieh vom früheren Mehrnutzungstyp zum Hochleistungstier für die Milchproduktion umgeformt, wobei die Umsetzungseffektivität von Futter in Milch erheblich angehoben wurde. Die Selektion auf eine bestimmte Leistungseignung beim Milchvieh verringerte jedoch gleichzeitig die ursprüngliche Widerstandskraft der Mehrnutzungstiere, so daß mit erhöhter Milchleistung auch erhöhte Anforderungen von den Tieren an die Umwelt gestellt werden.

Hinsichtlich der Fütterungsansprüche von Hochleistungstieren sind in der Vergangenheit umfassende Forschungsergebnisse gemacht worden. Beim Stallbau standen anfangs arbeitswirtschaftliche Gesichtspunkte im Vordergrund. Bald wurde jedoch deutlich, daß nicht tiergerechte Aufstallungsformen das auf Grund Züchtung und Fütterung zu erwartende Leistungsniveau senken. Zur optimalen Umweltgestaltung für die Tiere gehören ausreichende Bewegungs- und Lufträume, die bestmögliche Umgebungstemperaturen, relative Luftfeuchtigkeitsgehalte und Luftgeschwindigkeiten realisierbar machen.

Neben genetischen und physiologischen Einflüssen auf Sekretionsstörungen lassen Literaturhinweise vermuten, daß klimatische Veränderungen als Umweltfaktoren Ursache von Sekretionsstörungen im Wechsel der Jahreszeiten, besonders während der Weidezeit, sind, wozu bisher wenige konkrete Ergebnisse vorliegen. Daher wurden in dieser Arbeit der Einfluß klimatischer Faktoren auf Eutersekretionsstörungen anhand des Zellgehaltes untersucht. Bekanntlich erfahren die Eigenschaften der Milch durch Sekretionsstörungen Veränderungen, daher wurden ebenfalls klimatische Einflüsse auf die Milcheigenschaften beachtet und deren Zusammenhang mit klimatisch bedingten Zellgehaltsveränderungen untersucht, um Beratungsorganisationen und Milcherzeugern diesbezügliche Ergebnisse aufzuzeigen.

1. Material und Methode

1.1. Material

Das für die vorliegenden Untersuchungen verwendete Tiermaterial stammt vom Versuchsgut Rudlos des Institutes für Tierzucht und Haustiergenetik der Justus-Liebig Universität Gießen. Das Versuchsgut Rudlos liegt 6 km von Lauterbach entfernt an der Nord-Ost-Abdachung des Vogelsberges auf einer Höhe von 400 m über N.N.

Gegenüber vergleichsbaren Mittelgebirgslagen unterscheidet sich der Nord-Ost-Abhang des Vogelsberges durch ein besonders ungünstiges Klima, da die rauhen und kalten Nord- und Ostwinde ungehindert wirksam werden, während die warmen Süd- und Südwestwinde, durch Taunus und Spessart bereits abgekühlt, einen großen Teil ihrer Wärme an der Südseite des Vogelsberges abgeben. Weiterhin zeichnet sich der Vogelsberg und sein Nord-Osthang gegenüber anderen Mittelgebirgen durch hohe Niederschlagsmengen aus (1045 mm gegenüber rund 800 mm). Diese erhöhten Niederschläge werden durch die Basaltböden hervorgerufen, die Feuchtigkeit anzuziehen und zu verdichten vermögen, wodurch häufig selbst im Sommer dichte und feuchte Nebelfelder gebildet werden. Eine weitere Folge sind niedrige Tagesdurchschnittstemperaturen bei starken Temperaturschwankungen, die selbst im Sommer zwischen Tag und Nacht eines einzelnen Tages zu beobachten sind.

Eine solchermaßen klimatisch extreme Lage des Versuchsgutes Rudlos läßt gerade für die vorliegende Fragestellung ungünstige Bedingungen erwarten, zumal die Schwarz-Bunte Herde in einem Offenstall eingestellt ist. Aus dieser Herde wurden 27 Kühe verschiedener Leistung und Laktation ausgewählt, wovon 3 Kühe vor Versuchsende ausschieden. Davon waren am Versuchsanfang

- 1 Kuh in der 9. Laktation
- 3 Kühe in der 5. Laktation
- 5 Kühe in der 4. Laktation
- 4 Kühe in der 3. Laktation
- 3 Kühe in der 2. Laktation
- 8 Kühe in der 1. Laktation
- 3 hochtragende Rinder

Weiter wurden drei Gruppen nach der Höhe der Milchleistung gebildet:

- 1. Gruppe: 4.000 kg Milch/Jahr und mehr - hohe Leistung
- 2. Gruppe: 3.500 kg-3.999 kg Milch/Jahr - mittlere Leistung
- 3. Gruppe: 3.000 kg-3.499 kg Milch/Jahr - niedrige Leistung

Zweimal wöchentlich erfolgte eine Probenahme beim Abend- und Morgengemelk, deren adäquate Mengen zu einem Tagesgemelk zusammengegeben wurden. Unmittelbar nach dem Morgengemelk wurden die Proben nach Gießen in die Milchwirtschaftliche Abteilung gebracht und dort noch am gleichen Tag den verschiedenen Untersuchungen unterworfen.

1.2. Untersuchungsmethodik

1.2.1. Bestimmung klimatischer Faktoren

Die Ermittlung der klimatischen Faktoren erfolgte mit einem Meteorographen Nr. 253 Pernix der Fa. LAMBRECHT, Göttingen. Dieses Gerät vereinigt ein Bimetallthermometer, ein Dosenbarometer und ein Pernix-Hygrometer in einem Gehäuse, wobei eine kontinuierliche Aufzeichnung der Werte auf ein über eine Trommel mit Wochenvermerk gespanntes Meßblatt erfolgt. Das Gerät ist werkseits geeicht und das Barometer auf eine Höhe von 420 m über N.N. justiert.

Da die klimatischen Veränderungen wahrscheinlich in das Stoffwechselgeschehen der Tiere eingreifen, die einzelnen Milchbestandteile aber kürzer oder länger den Stoffwechsel durchlaufen, besteht die Vermutung, daß ein klimatischer Effekt zeitlich verschoben auf die einzelnen Bestandteile der Milch wirksam wird. Daher wurde die Auswertung der Klimakurven in der Weise vorgenommen, daß vom Morgengemelk der Probenahmen her verschieden lange Einwirkungszeiten gebildet werden. Betrachtet wurde hierbei der 1. Vortag, der 2. Vortag, der Zeitraum des 1. und 2. Vortages, der Zeitraum des 2. und 3. Vortages sowie der Zeitraum des 1., 2. und 3. Vortages. Die innerhalb dieser Zeiträume ermittelten jeweiligen Maximalwerte wurden den jeweiligen Untersuchungsergebnissen der verschiedenen Milchinhaltsstoffe gegenübergestellt und einer statistischen Auswertung unterzogen.

1.2.2. Probenahme

Die einzelnen Milchproben wurden mit einem MILKOSKOP der Fa. FOSS ELEKTRIC, Dänemark, gewonnen. Diese Geräte wurden zwischen Melkgeschirr und Milchleitung angeordnet und scheiden kontinuierlich eine dem jeweiligen Durchfluß entsprechende Milchmenge in ein Meßglas ab. Die abgeschiedene Menge beträgt 1,7 % des Gemelkes. Die Abend- und Morgengemelksproben wurden zusammengeschüttet und bildeten so die Untersuchungsprobe.

1.2.3. Elektronische Zellzahlbestimmung

Mit einem COULTER COUNTER, Modell FN, wird die qualitative Bestimmung somatischer Zellen in der Milch nach der von TOLLE und Mitarb. (81, 82) beschriebenen Methode durchgeführt. Die elektronische Partikelzählung hat wegen ihrer Meßgenauigkeit durch weitgehende Verminderung subjektiver Fehler und wegen der großen Zeiteinsparung im human- und veterinärmedizinischen Bereich seit mehreren Jahren große Bedeutung erlangt. Durch die von TOLLE und Mitarb. vorgenommene Modifizierung hat die elektronische Partikelzählung auch in der milchwirtschaftlichen

Forschung Eingang gefunden. Der durchschnittliche Fehler liegt nach Angaben der Autoren unter 3 %.

Zur Bestimmung der Zellzahl werden 10 ml Milch mit 0,2 ml Fixierungsflüssigkeit versetzt und dadurch die Zellen bei 24-stündiger Aufbewahrung bei Zimmertemperatur stabilisiert. Das Fixiermittel besteht aus: 10 ml Formaldehyd (35 %ig) und 0,02 g Eosin, das auf 100 ml mit aqua dest. aufgefüllt und durch eine G-4-Fritte filtriert und somit partikelfrei gemacht wird. Das enthaltene Formalin verhindert die Keimvermehrung in der Probe. Der solchermaßen fixierten Probe wird nach Durchmischung 0,1 ml entnommen und mit 9,9 ml Elektrolyt-Emulgatorgemisch in einem Reagenzglas vermischt. Anschließend wird die Probe zur Auflösung der Fettpartikel 10 Minuten in ein Wasserbad von 80° C verbracht, wodurch sich die Fettpartikel auflösen. Nach Abkühlung auf Zimmertemperatur ist die Probe zur Messung präpariert.

Das Elektrolyt-Emulgatorgemisch setzt sich folgendermaßen zusammen:

84,5 Vol.-% physiologische Kochsalzlösung (0,9 %)

12,5 Vol.-% Äthanol

1,0 Vol.-% Formaldehyd (35 %)

2,0 Vol.-% Triton X (Oktylphenoldecaäthylenglycoläther)

Das Gemisch wird mit einer 1m-Tris-Puffer-Lösung auf pH 7,0 eingestellt und über einen Membranfilter mit einer Porengröße von ca. 0,2 μ von Partikeln befreit, um einen Blindwert möglichst unter 30 zu erhalten.

Bei der Messung des Zellgehaltes wird durch das Gerät ein von einem Quecksilberbarometer konstant gehaltenes Volumen der Probensuspension durch eine 100 μ große, geeichte Kapillaröffnung angesaugt. An beiden Seiten der Öffnung befinden sich zwei Elektroden unter konstanter Spannung. Ein Stromzufluß ist nur möglich, wenn die Elektroden durch einen Elektrolyten verbunden werden. Befindet sich im Elektrolyten beim Durchfluß durch die Kapillaröffnung ein Partikel, so verdrängt dieser sein eigenes Volumen Elektrolyt, wodurch eine dem Volumen proportionale Änderung des Stromflusses zwischen den Elektroden hervorgerufen wird. Diese Änderung der Stromstärke wird verstärkt und auf einem Oszillographen als Impuls sichtbar gemacht, wobei ein Zählwerk gleichzeitig den Impuls registriert.

1.2.4. Fettgehaltsbestimmung

Die Bestimmung des prozentischen Fettgehaltes der Milch wird nach dem butyrometrischen Schwefelsäureaufschluß von GERBER durchgeführt.

1.2.5. Fettsäurenbestimmung

Die einzelnen Fettsäuren werden in Form ihrer Methylester bestimmt, wodurch der Siedepunkt erniedrigt wird. Die Umesterung erfolgt nach der von SADINI (64) angegebenen und von METIN (45) modifizierten Methode. Mit einem Gaschromatographen der Fa. BECKMANN, Modell GC 2A mit Temperaturprogrammierungszusatz THERMOTRAC, wird die Trennung der Methylester vorgenommen.

Die Polygratorwerte der einzelnen Fettsäuren werden mit bestimmten Faktoren multipliziert, die das Verhältnis der einzelnen Fettsäuren zu ihren Methylester kennzeichnen. Aus diesen Werten werden die relativen Werte der Fettsäuren errechnet.

Die Trennung geschieht zwischen 90°C und $+210^{\circ}\text{C}$ bei linear-programmiertem Temperaturanstieg. Die verwendeten Kolonnen haben eine Länge von 1,80 m bei einem Durchmesser von 1/4 Zoll und sind mit dem Trägermaterial W 60-80 mesh (Chromosorb), belegt mit 25 % DEGS, gefüllt.

Die Bereitung des Füllmaterials sowie das Füllen der Kolonnen geschieht im Institut.

Die Identifizierung der einzelnen Fettsäuren erfolgt nach Arbeiten von KAUFMANN und MANKEL (28), JANOSCHEK und METIN (26) sowie WAGNER (85).

1.2.6. Gesamteiweißbestimmung

Der Gesamteiweißgehalt der Milch wird nach der von KOFRANYI (42) entwickelten Analyse bestimmt. Die Methode beruht auf der hydrolytischen Abspaltung von Ammoniak aus Eiweiß in kochender, stark alkalischer Lösung. Der in $0,025\text{ n-H}_2\text{SO}_4$ -Lösung aufgefangene Ammoniak stammt zum größten Teil aus der Asparagin- und Glutaminsäure und steht in einem bestimmten Verhältnis zum Gesamtstickstoff. Die Eiweißprozentage ergeben sich aus der Multiplikation der verbrauchten Schwefelsäuremenge mit dem Faktor 0,191.

1.2.7. Caseinbestimmung

Der Caseingehalt der Milch wird nach der refraktometrischen Methode von HANSSON (21) ermittelt. Das Verfahren beruht auf der Dichtedifferenz des Milchserums bei vollständig gelöstem und vollständig ausgefälltem Casein. Die Dichtebestimmung wird mit einem ZEISS-Refraktometer bei konstanter Wasserbadtemperatur von $+20^{\circ} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ vorgenommen.

Der Caseingehalt in mg/100ml Milch wird nach der Formel

$$p = D (C - K \cdot f)$$

berechnet, wobei D der Dichtedifferenz zuzüglich einem konstanten Wert von 2,80 entspricht. Die in der Klammer befindlichen Werte ergeben einen Faktor zur Berücksichtigung des Fettgehaltes. Dieser Faktor wird einer im Institut aufliegenden Tabelle entnommen.

1.2.8. Serumproteinbestimmung

Die Bestimmung des Serumproteingehaltes der Milch erfolgt nach der Methode von KOFRANYI (42), die nach GÖNC (18) ebenfalls für eine Serumproteinbestimmung gut geeignet ist. GÖNC ermittelte einen Korrelationskoeffizienten von $r=+0,94$ zwischen Kofranyiwerten und Kjeldahlwerten. Die zur Berechnung des Serumproteingehaltes aufgestellte Regressionsgleichung lautet:

$$Y = 0,122 x + 0,158$$

Die verbrauchten ml $0,025 \text{ n-H}_2\text{SO}_4$ sind durch x gekennzeichnet, y entspricht den Serumeiweißwerten in Prozent.

Das für diese Methode erforderliche Milchserum wird aus entrahmter Milch hergestellt. Die Probe wird bei 35°C mit konzentrierter Essigsäure auf einen pH-Wert von 4,6-4,7 eingestellt. Dabei fällt das Casein aus und es wird ein klares Serum gewonnen, das wie Vollmilch nach der Methode von KOFRANYI analysiert wird.

1.2.9. Bestimmung der Serumfraktionen

Zur elektrophoretischen Auftrennung der Serumfraktionen

- a. Serumalbumin
- b. β - Lactoglobulin
- c. α - Lactalbumin
- d. Globuline

wird nach der Methode von MHATRE und Mitarb. (46) die Mikrozonenelektrophoresenapparatur BOSCAMP PHEROSTAT benutzt. Das benötigte Serum wird wie bei der Serumeiweißgehaltsbestimmung bereitet und zur Entfernung des Milchzuckers dialysiert. Um die niedrige Konzentration der Serumproteine anzuheben, wird das Serum gefriergetrocknet und in aqua dest. in $1/5$ der ehemaligen Flüssigkeitsmenge gelöst. Durch einmaliges Auftragen mit einem Ösenstempel erhält man eine saubere Auftragslinie und eine klare Trennung.

Als Trägermedium dient eine Zelluloseacetatfolie mit einer Porengröße kleiner als 2 Mikron. Bei einer konstanten Spannung von 250 V beträgt die Trennungszeit 20 Minuten. Nach erfolgter Trennung werden die Serumeiweißfraktionen mit 0,2 %iger Ponceau-S-Farbstofflösung angefärbt und die Folie nach Waschung in Entfärb- und Transparentlösung zur Auswertung bei 110°C getrocknet.

Die Folien werden an einem Photometer N3 der Fa. ZEISS mit gekoppeltem Extinktions- und Integralschreiber unter Verwendung eines Filters FE 53 ausgewertet. Die Identifizierung der einzelnen Serumfraktionen wird nach Arbeiten von JENNESS und Mitarb. (27) sowie von THOMPSON und Mitarb. (83) vorgenommen.

1.2.10. NPN-Bestimmung

Der Nichtproteinstickstoffgehalt wird nach der Differenzmethode ($\text{NPN} = \text{Gesamteiweiß} - \text{Casein} - \text{Serumweiß}$) ermittelt.

1.2.11. Molkenablauf

Zur Beurteilung der Käsereifeauglichkeit wird das von DJAFARIAN (15) beschriebene Verfahren des Molkenablaufes angewandt. Hierzu werden 80 ml Milch im 100 ml-Becherglas mit eingehängtem Sieb auf 35°C erwärmt und nach Zugabe von 2 % Säurewecker und 1 % einprozentiger Lablösung durch mehrmaliges Anheben des Siebes gut durchgemischt. Nach 35 Minuten bei 35°C ist im allgemeinen eine Dicklegung der Milch erfolgt. Das Sieb wird mit dem Probekäse dem Becher entnommen und in ein Stativ eingehängt. Die von dem Probekäse abgegebene Molke wird im 25 ml-Zylinderglas mit aufgestecktem Trichter aufgefangen und die sich sammelnde Molkenmenge nach 15, 30, 45, 60, 90 und 120 Minuten abgelesen. Aus diesen 6 Werten einer Probe wird eine Kurve erstellt derart, daß auf der Abzisse 1 cm = 10 Minuten und auf der Ordinate 1 cm = 1 ml festgestellter Molkenabgabe entspricht. Die Fläche, die durch die Abzisse, die Ordinate und die Kurve gebildet wird, wird mit einem Planimeter ausgemessen und ergibt eine Kennzahl für die Molkenablaufgeschwindigkeit.

2. Untersuchungsergebnisse

Für die eigenen Untersuchungen wurden zweimal wöchentlich insgesamt 1.874 Einzelproben, aus Morgen- und Abendgemelk adäquat gemischt, in der Zeit von Mitte Oktober 1969 bis Ende November 1970 von 27 Kühen der Schwarz-Bunt-Herde auf dem Versuchsgut Rudlos gezogen. Hiervon wurde jeweils die Milchmenge und in Doppelanalysen der Gehalt an verschiedenen Milchinhaltsstoffen bestimmt. Die hieraus gewonnenen Werte wurden den Aufzeichnungen des Meteorographen gegenübergestellt und mit statistischen Methoden auf eine Beeinflussung geprüft. Abb. 1 zeigt den Verlauf von Trendkurven (5-fach) für Luftdruck, Luftfeuchtigkeit und Lufttemperatur während der Versuchszeit.

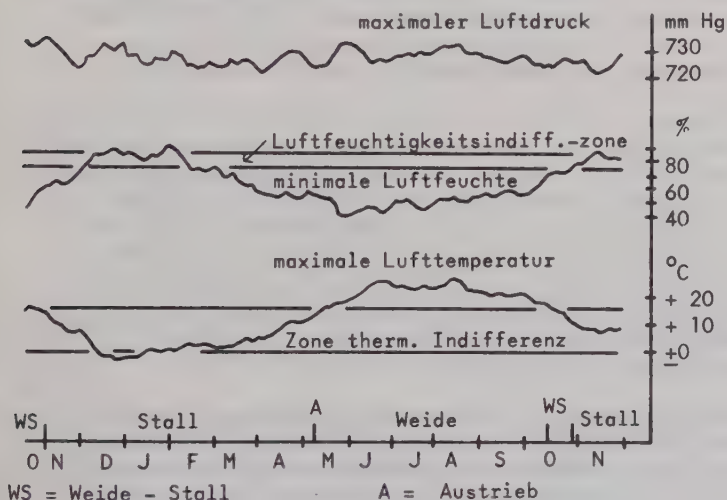


Abb. 1: Trendkurven von Luftdruck, -feuchtigkeit und -temperatur während der Versuchszeit

Die Luftdruckkurve - aus den Maximal-Werten der einzelnen Probenahmezeiträume gebildet - zeigt, daß sich im Herbst und Frühjahr größere Druckunterschiede über längere Zeiträume entwickeln, während im Winter und Sommer die Druckdifferenzen geringer sind, aber häufiger auftreten. Die Kurve der maximalen Lufttemperatur verläuft von Mitte Dezember bis Ende Januar um oder unter $\pm 0^{\circ}\text{C}$ und nur von Mitte April bis Anfang November über $+ 10^{\circ}\text{C}$. Die Zone therm. Indifferenz für Milchvieh (BIANCA, 5) wird von Mitte Dezember bis Mitte Januar unterschritten, im

letzten Februardrittel und im ersten Märgdzittel fast tangiert. Während der gesamten Weideperiode liegen die Maximalwerte der Lufttemperatur Über der Zone thermischer Indifferenz.

Da die prozentuale Luftfeuchtigkeit im Allgemeinen stark von der Lufttemperatur abhängig ist, zeigt der Kurvenverlauf der minimalen Luftfeuchte in etwa ein Spiegelbild der Lufttemperaturkurve. Die Indifferenzzone wird anfangs bis Ende November unterschritten, im Dezember und Januar tangiert oder überschritten. Von Mitte Februar bis Ende Oktober wird die Indifferenzzone wieder unterschritten.

Luftfeuchte, Lufttemperatur und Luftdruck bilden einen Wirkungskomplex, von dem das Wetter in seiner Reizintensität auf den Organismus geprägt wird. Das Tier reagiert auf die Reize mit einer Leistungssteigerung oder Leistungsminderung, wie SOMMER (72, 73, 74, 75) sowie SOMMER und MARX (76) in mehreren Arbeiten nachweisen konnten. Auch RENNER (57) und CORNELIUS (11) beobachteten durch klimatische Wechsel bedingte Veränderungen der Milchleistung und Milchzusammensetzung.

Der Wirkungskomplex klimatischer Faktoren läßt sich als ein Gesamteffekt von Sonne, Erde und Atmosphäre deuten, wobei die einzelnen Komponenten meist in wechselnder Intensität mit den Ubrigen zusammenwirken, seltener jedoch alleine wirksam werden. Lufttemperatur und Luftfeuchte bestimmen durch das Sättigungsdefizit die Abkühlung des Körpers durch Verdunstung. Diese Wirkung kann durch die Luftgeschwindigkeit beeinflusst werden, die mehr oder weniger des Wärmeaustauschmediums Luft am Tier vorbeiführt.

Ein weiterer klimatischer Faktor ist die Strahlung, die sehr vielfältig ist. Angeführt sei hier die UV-Strahlung, die für die Vitamin-D-Synthese im Körper wichtig ist, das sichtbare Licht und die IR-Strahlung, die den Wärmetransport von einem Gegenstand zum anderen bewerkstelligt. Die Wirksamkeit der Strahlung ist wieder vom Bewölkungsgrad abhängig, der durch das Wettergeschehen beeinflusst wird. Das Wetter in seinem Wechsel ist von dem Auf- und Abbau von Hochdruckgebieten abhängig, an deren Grenzen es zur Bildung von Wetterfronten kommt. Hoch- und Tieflagen sowie die Frontendurchgänge lösen physiologische und biologische Reaktionen beim Tier aus.

Um die Vielfalt der Komponenten einzuordnen, schuf UNGEHEUER (84) ein Schema mit sechs Wetterphasen, mit denen der Durchzug einer Front in 6 Phasen erfaßt werden kann. Von DAUBERT (12) wurde zum gleichen Zweck ein System " Dynamischer Wettertypen " entwickelt, das erst in 15 und dann in 17 Wettertypen aufgliedert wurde. Dabei unterscheidet

DAUBERT vitalisierende und avitalisierende Wettertypen, denen verschiedene Reizintensitäten zugesprochen werden. Mäßige, mittlere Reize werden von Hochdruckgebieten auf den Organismus ausgeübt. Sie erfordern die geringsten Regulationsmaßnahmen durch den Körper. Reizstark und hypertonisch wirken Tiefdruckgebiete mit dem Durchzug von Kalt- und Warmfronten sowie von Occlusionen und Frontalzonen. Der Körper reagiert mit erhöhter Stoffwechselaktivität.

Als reizarm werden die Übergangswetterlagen bezeichnet, wie die Vorderseite eines Tiefs oder das Ende einer Hochdruckzone, sowie der Übergang von einer zyklonalen Wetterlage zu einem warmen Hochdruckgebiet oder Wetterberuhigung nach Durchzug einer Kaltfront mit schnell folgender Warmfront. Diese Wetterlagen wirken dämpfend auf den Stoffwechsel.

2.1. Klimatische Einflüsse auf den Zellgehalt.

Durch die Aufstockung der Milchviehbestände in den einzelnen Betrieben, durch neue Aufstallungsarten sowie durch die Mechanisierung des Melkprozesses sind die Eutererkrankungen - besonders in den intensiv milchproduzierenden Ländern - zum vorrangigen Problem geworden, da nach verschiedenen Untersuchungen 10 - 60 % der Bestände Eutererkrankungen klinischer und subklinischer Art zeigen. Wegen der zunehmenden Bedeutung der Euterschäden gab der Internationale Milchwirtschaftskongress 1966 eine terminologische Abgrenzung, deren Kriterien nach TOLLE (80) wie folgt dargestellt werden:

Beurteilung zytologisch - bakterieller Befunde

im Rahmen der Mastitisdiagnostik.

Zellgehalt	Euterpathogene Mikroorganismen	
pro ml	nicht nachgewiesen	nachgewiesen
Milch		
<500000	normale Sekretion	latente Infektion
>500000	Sekretionsstörung	Mastitis

Für die Beurteilung des Gesundheitszustandes des Euters und der hygienischen Beschaffenheit der Milch ist die Bestimmung der absoluten Zellzahl ein wesentliches Kriterium (TOLLE und Mitarbeiter, 81) und ein Bewertungsmaßstab bakterieller Befunde (KRÜGER 43).

Zu einer Erhöhung der Zellzahl kommt es durch infektiöse und nichtinfektiöse Reizzustände und krankhafte Veränderungen des Euters, wobei eine Reihe prädisponierender Faktoren wirksam werden können, die direkt oder indirekt in Verbindung mit physiologischen Veränderungen im Organismus des Tieres wirksam werden.

Solche Faktoren stellen das Alter, die Zahl der Laktationen, das Laktationsstadium, der physiologische Status eines Tieres, die anatomische Ausbildung des Euters, die Rasse und Vererbung, die Fütterung, die Stallung, die Funktionsfähigkeit der Melkmaschine, die Arbeitsweise des Melkers, die Jahreszeit sowie die geographische Lage und das Klima dar.

In der vorliegenden Arbeit wird der Einfluß klimatischer Faktoren auf die verschiedenen Bestandteile der Milch untersucht. Da Klima und Klimawechsel positiv oder negativ den Organismus beeinflussen und neben Stoffwechselverschiebungen auch Reize auf das Drüsengewebe des Euters ausüben, kann der Zellgehalt der Milch eine Aussage über die Stärke und Dauer des Reizzustandes geben.

Zur Erfassung kurzfristiger Einflüsse der Faktoren Luftfeuchte, Luftdruck und Lufttemperatur auf den Zellgehalt der Milch wurden nach logarithmischer Transformation die Differenzen im Zellgehalt der einzelnen Probenahmen einander gegenübergestellt und mittels t-Test die statistische Sicherheit des Unterschiedes überprüft. Hierfür wurden Probenahmen ausgewählt, bei denen die beiden anderen klimatischen Faktoren nur geringe oder keine Unterschiede aufweisen.

Im Gegensatz zu ROUSSEL und BEATTY (63), die bei unterschiedlichen Klimabedingungen keine Zellgehaltsveränderungen beobachteten, konnten anhand der eigenen Ergebnisse signifikante Reaktionen des Zellgehaltes auf Änderungen der Lufttemperatur, der prozentualen Luftfeuchtigkeit und der Gesamtwetterlage festgestellt werden. Wie oben dargestellt (Abb. 1), bevorzugt Milchvieh einen Lufttemperaturbereich von $+ 0^{\circ}$ bis $+ 16^{\circ}$ C. In diesem Bereich sind nach BIANCA (5) keine Regulationsmaßnahmen der Tiere zu beobachten, die meßbar wären. Der Organismus ist in dieser Temperaturzone ohne größeren physiologischen Aufwand in der Lage, Veränderungen der Lufttemperatur zu kompensieren. Innerhalb dieses Behaglichkeitsbereiches müssen auch normale Zellgehalte (unter 500.000 Zellen pro ml) bei gesunden Tieren festzustellen sein.

Tab. 1 Einfluß der Lufttemperatur auf den Zellgehalt

Änderungsrichtung der Lufttemperatur	Lufttemperatur °C			Zellzahl in 1000/ml			t-Test
	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	
zum Optimum absinkend	+23	+13	-10	632	451	-181	6,40 ⁺⁺⁺
vom Optimum aufsteigend	+18	+27	+9	302	538	+236	6,59 ⁺⁺⁺
vom Optimum absinkend	-1	-10	-9	490	759	+269	2,61 ⁺

+ P = <5,0 % (schwach signifikant)

++ P = <1,0 % (signifikant)

+++ P = <0,1 % (hoch signifikant)

Wie Tabelle 1 zeigt, reagieren die Tiere mit hochsignifikanten Zellgehaltsveränderungen bei einem Wechsel der Lufttemperatur. Sinkt die Lufttemperatur zum Behaglichkeitsbereich hin ab, so verringert sich der Zellgehalt, wie aus dem oberen Tabellendrittel ersichtlich wird. In Abb. 2 sind während vier Probenahmen die Veränderungen von Lufttemperatur und Zellgehalt zur Verdeutlichung zeichnerisch dargestellt.

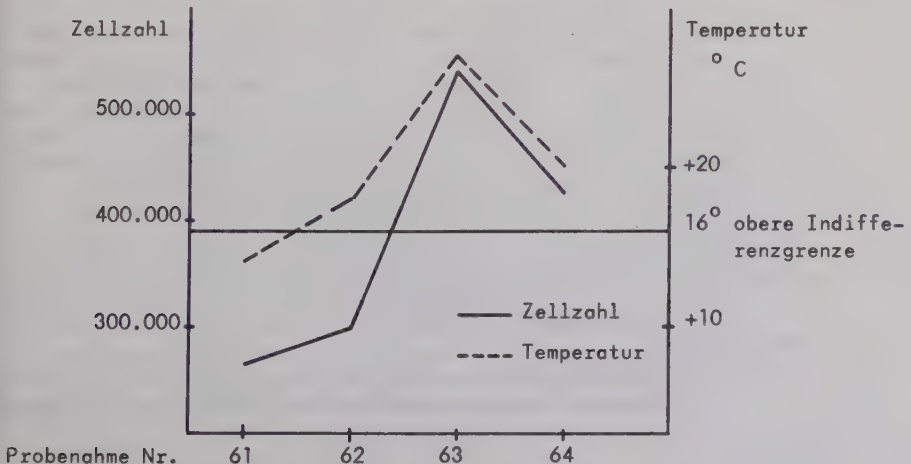


Abb.2: Einfluß der Lufttemperatur auf den Zellgehalt

Entfernt sich die Lufttemperatur vom physiologischen Optimum weg, sei es aufsteigend (mittlerer Tabellenteil) oder absinkend (unteres Tabellendrittel), so erhöht sich der Zellgehalt über das bei normaler Sekretion festzustellende Maß hinaus. Hieraus kann geschlossen werden, daß Temperaturen außerhalb des Behaglichkeitsbereiches auf das Tier belastend wirken und, wie SMIDT (71) schildert, über eine kurz- oder langfristige physiologische Regulation z.B. der Atemfrequenz oder des Stoffwechsels beantwortet werden, wobei diese Anpassungsvorgänge, wie BIANCA (4) darlegt, einmal direkt leistungsmindernd durch Senkung der Stoffwechselintensität und zum anderen über den Entzug von Energie für Nutzleistungen wirksam werden. Wie HILLMANN (25) sowie SINELL und NEUSCHULZ (70) übereinstimmend berichten, übt der Stoffwechsel einen Einfluß auf den Zellgehalt der Milch aus, wobei unter normalen Bedingungen 60-70 % Epithelzellen, 20-30 % Leukozyten und 10 % Lymphozyten abgeschieden werden.

Wie oben erwähnt, ist die Luftfeuchtigkeit im allgemeinen stark von der Lufttemperatur abhängig. Abkühlung der Luft bewirkt eine Erhöhung der prozentualen Luftfeuchte und Erwärmung bewirkt eine Erniedrigung des prozentualen Feuchtigkeitsgehaltes. Unterscheiden sich Luftmassen in ihrem absoluten Feuchtigkeitsgehalt bei gleicher Temperatur, so hat die Luftmasse mit dem höheren absoluten Feuchtigkeitsgehalt eine höhere prozentuale Luftfeuchtigkeit.

Auch bei veränderten Luftfeuchtigkeitsbedingungen konnte eine hochsignifikante Reaktion des Zellgehaltes festgestellt werden.

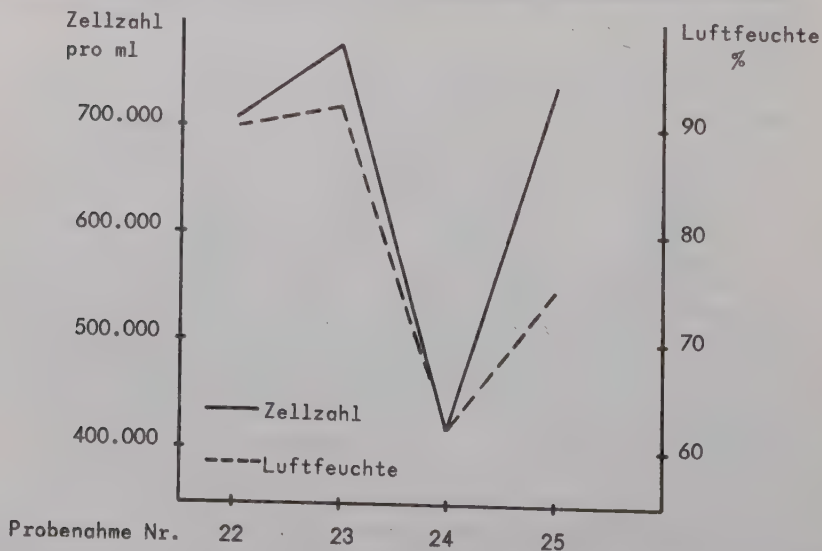


Abb.3: Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf den Zellgehalt

Durch Auswahl von Probenahmen, bei denen starke Luftfeuchtigkeitsänderungen - durch Wechsel der Wetterlagen, nicht durch Temperaturänderungen bedingt - vorlagen, zeigt sich, wie aus Tabelle 2 in den oberen zwei Dritteln und aus Abb. 3 ersichtlich ist, mit Abnahme der prozentualen Luftfeuchtigkeit ein Sinken des Zellgehaltes, während steigende prozentuale Luftfeuchtigkeit eine Erhöhung der Zellzahlen zur Folge hat. In beiden Fällen ist die gleichzeitige Änderung der Lufttemperatur gering.

Tab. 2 Einfluß der relativen Luftfeuchtigkeit auf den Zellgehalt

Luftfeuchtigkeit	Lufttemperatur °C			Luftfeuchtigkeit%			Zellzahl 1000/ml			t-Test
	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	
fallend	+5	+9	+4	90	63	-27	816	448	-368	+++ 6,51
steigend	+6	+8	+2	62	82	+20	364	640	+276	+++ 8,26
steigend	+17	+10	-7	72	88	+16	660	430	-230	+++ 9,15

Sind die prozentualen Luftfeuchtigkeitsveränderungen jedoch durch größere Temperaturunterschiede bedingt, so überdecken die Temperaturänderungen in ihrer Wirksamkeit die von ihr abhängige Änderung der prozentualen Luftfeuchte in ihrem Effekt auf den Zellgehalt, wie aus dem unteren Tabellendrittel ersichtlich wird. Während in den beiden oberen Dritteln die Lufttemperatur in jedem Falle im Indifferenzbereich bleibt, ist bei dem unteren Drittel ein Absinken der Lufttemperatur von außerhalb nach innerhalb der Indifferenzzone zu beobachten, was, wie oben dargelegt, zu einer Erniedrigung des Zellgehaltes führen muß. Aus den Zellgehaltsveränderungen in Tab. 2 ergibt sich kein eindeutiger Schluß auf das Vorhandensein einer Indifferenzzone der Luftfeuchtigkeit. Eine Erklärung dafür bietet der Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Wärmeleitzahl der Luft, die mit Zunahme der Luftfeuchtigkeit ansteigt. Damit sinkt die isolierende Wirkung der Luft, die Auskühlung des ungeschützten Euters durch verstärkten Wärmeabfluß wird größer, das Entstehen nichtinfektiöser Katarre wird begünstigt. Bei relativen Luftfeuchtigkeitswerten von über 85 % addiert sich die negative Auswirkung auf die physiologische Leistung mit der gesteigerten Auskühlung des

Tab. 3 Einfluß verschiedener Wittertypen auf den Zellgehalt

Wetter- typ	Reiz- wirkung	Zellzahl in 1000/ml		Lufttemperatur °C		Luftfeuchtig- keit %		Luftdruck mm Hg		t-Test
		vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	
Übergang zu Hoch kalt	avitali- sierend	694	395	-299	+12	+6	-6	718	726	+++ 7,29
Übergang zu Hoch warm	avitali- sierend	754	496	-258	+6	+15	+9	726	733	+++ 4,14
Hoch kalt	schwach vitali- sierend	440	695	+255	-3	-7	-4	719	733	+++ 4,55
Übergang zu Tief kalt	avitali- sierend	775	487	-288	+16	+4	-12	727	715	+++ 5,94
Übergang zu Tief warm	avitali- sierend	777	417	-360	-2	+3	+5	731	718	+++ 4,35
Tief warm	vitali- sierend	395	667	+272	+7	+10	+3	728	715	+++ 7,12
Occlusion	vitali- sierend	563	832	+269	+7	+3	-4	721	724	+ 2,44

Euters. Beide Faktoren wirken erhöhend auf die Zellzahl. Bei abnehmender prozentualer Luftfeuchtigkeit wird die Wärmeleitfähigkeit der Luft erniedrigt, ebenso der Wärmeabfluß. Die das Euter umgebende Luft hat eine erhöhte Isoliereigenschaft. Bei Verringerung der Luftfeuchtigkeit unterhalb von 75 % tritt gleichzeitig eine Minderung der physiologischen Leistung ein. Die entgegengesetzte Wirkrichtung beider Faktoren wirkt möglicherweise kompensierend, da in diesen Fällen eine Auswirkung auf den Zellgehalt nicht feststellbar ist.

Bei alleiniger Betrachtung des Luftdruckes ist eine Beziehung zum Zellgehalt der Milch nicht nachzuweisen. Aus diesem Grunde wurden anhand der meteorologischen Aufzeichnungen die Luftdruckdifferenzen verschiedenen Wettertypen zugeordnet und den Zellzahldifferenzen gegenübergestellt, wie es aus Tab. 3 zu ersehen ist. Mit Ausnahme der Occlusionswetterlage, bei der nur eine schwachsignifikante Zellgehaltsveränderung festgestellt werden konnte, zeigen die übrigen Wetterlagen hochsignifikante Zellgehaltsdifferenzen. Den einzelnen Wettertypen sind verschieden ausgerichtete Reizintensitäten auf den tierischen Organismus eigen, die vom Körper durch physiologische Regulation beantwortet werden. So ordnet DAUBERT (12) den Übergangswetterlagen zu Hoch und Tief eine avitalisierende Reizwirkung zu, den Hochwetterlagen eine schwachvitalisierende und den Tief- und Occlusionswetterlagen eine vitalisierende Wirkung zu. Die vitalisierenden Wetterlagen wirken dabei anregend auf die Stoffwechseltätigkeit des Organismus, während die avitalisierenden Wetterlagen eine Unterfunktion der physiologischen Vorgänge zur Folge haben. Eine Ausscheidung von Zellen des Drüsenepithels des Euters kann sowohl eine direkte Reaktion auf Umweltreize (TEUTE und WELZ, 79) darstellen, als auch indirekt eine Reaktion auf physiologische Veränderungen durch Umwelteinflüsse sein (PEARSON, 54). Zur Erläuterung ist in Abb. 4 eine grafische Darstellung eines Frontendurchganges und seine Auswirkung auf den Zellgehalt gezeichnet. Wie sowohl aus der Tabelle als auch aus der Zeichnung hervorgeht, ist bei den vitalisierenden Wetterlagen ein Anstieg des Zellgehaltes zu beobachten. Eine mögliche Erklärung bietet die Annahme, daß mit steigender Stoffwechselaktivität ebenfalls die Erneuerung des Drüsenepithels im Euter beschleunigt wird. Dafür spricht, daß bei den avitalisierenden Wetterlagen, die eine Unterfunktion der physiologischen Vorgänge bewirken, eine Erniedrigung des Zellgehaltes festgestellt wurde.

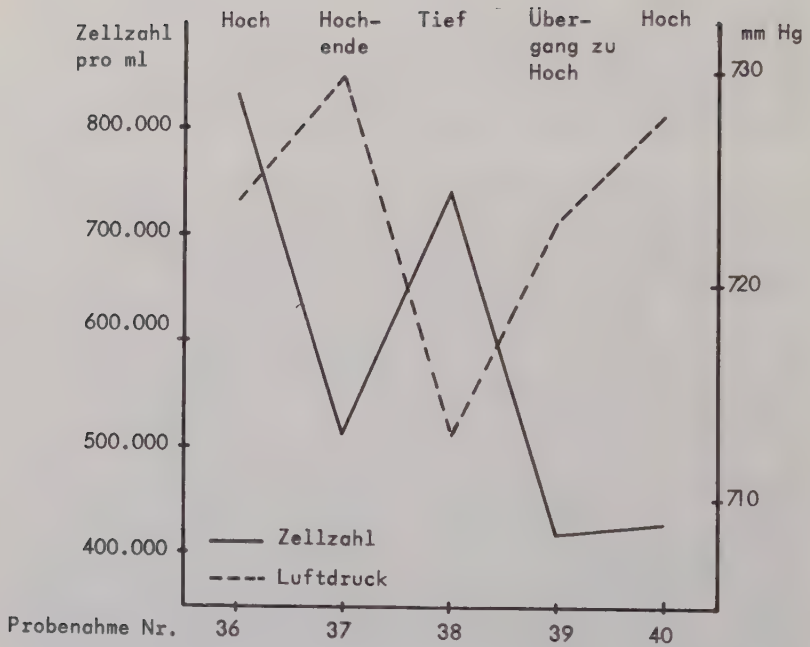


Abb.4: Einfluß verschiedener Wittertypen auf den Zellgehalt

Den Verlauf der Kurve des Zellgehaltes während der Versuchsdauer zeigt Abb. 5

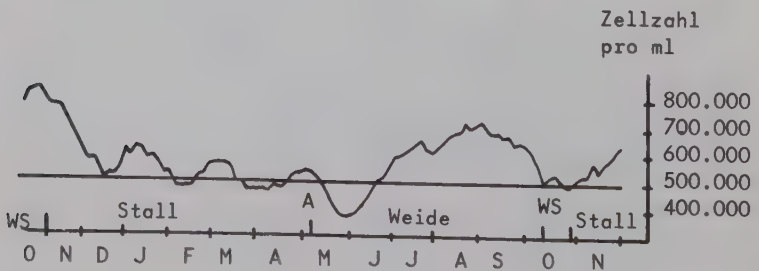


Abb.5: Trendkurve des Zellgehaltes während der Versuchszeit

Im ersten Herbst fällt der Zellgehalt mit Beginn der halbtägigen Stallhaltung ab bis in den Grenzbereich normaler und gestörter Sekretion. Da der benutzte Offenstall die Tiere zumindestens vor Strahlungskälte und vor Wind und Niederschlägen schützt, kann angenommen werden, daß dadurch die nächtliche Auskühlung der Euter gemindert oder gar vermieden wird. Hierfür sprechen auch die Beobachtungen, wie sie anhand der Ergebnisse für Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit dargelegt wurden. Bis Ende Januar und von Mitte Februar bis Mitte März steigt der Zellgehalt, bedingt durch Kältewellen, wieder an. Diese Auswirkung befindet sich in Übereinstimmung mit dem Ergebnis, wie es in Tab. 1 dargelegt ist. Für den Anstieg im Monat April konnte kein Zusammenhang mit klimatischen Faktoren festgestellt werden. Da zu diesem Zeitpunkt jedoch ein Einstreumangel bestand, ist dieser möglicherweise für den Anstieg des Zellgehaltes verantwortlich. Dafür spricht auch das wider Erwarten festgestellte Absinken der Zellzahl nach dem Weideaustrieb, da dadurch die klimatischen Faktoren, Luftfeuchtigkeit und Lufttemperatur, wieder ungehindert auf die Tiere wirksam werden. Die verringerte Zellabscheidung muß daher als eine Normalisierung nach dem Einstreumangel angesehen werden. Von Ende Mai an steigt der Zellgehalt wieder an, dies entspricht dem auch von TEUTE und WELZ (79) beobachteten Anstieg der Zellzahl bei Weidegang. Von Mitte Juni bis zum Ende der ganztägigen Weideperiode bewegt sich der Zellgehalt im Bereich der Sekretionsstörung (> 500.000 Zellen pro ml), das Maximum wird im August erreicht. Vergleicht man die Kurve der maximalen Lufttemperatur, so stellt man fest, daß diese in dem vorgenannten Zeitraum, nämlich während der ganzen Weideperiode, über dem Indifferenzbereich liegt und erst zu Beginn der halbtägigen Weideperiode im Herbst wieder in den Indifferenzbereich eintritt. Diese Zusammenhänge unterstreichen die Ergebnisse, wie sie in Tab. 1 niedergelegt wurden. Während der halbtägigen Weidezeit bewegt sich der Zellgehalt im Grenzbereich um 500.000 Zellen pro ml. Der mit Beginn der ganztägigen Stallhaltung festzustellende Anstieg der Zellzahlen ist mit Sicherheit auf mehrere in diesem Zeitraum aufgetretene Defekte an der Melkanlage zurückzuführen.

2.2 Klimatische Einflüsse auf die Milchleistung.

Der wirtschaftlichen Bedeutung entsprechend hat der Einfluß des Klimas auf die Milchleistung des Rindes in vielen Abhandlungen seinen Niederschlag gefunden. Besonders reichlich und Übereinstimmend ist das vorliegende Material über die Einwirkungen von Temperaturen und Luftfeuchte.

So fanden YECK und STEWART (88), daß die Erhöhung der Lufttemperatur von 18° auf 29° C je nach Rasse eine Senkung der Milchleistung bis 7 % bewirkte. Erhöht sich die prozentuale Luftfeuchtigkeit noch zusätzlich von 40 % auf 99 %, so kann der Leistungsabfall bis 31 % betragen, wie folgende Tabelle 4 zeigt.

Tab. 4 Wirkung von Temperatur und prozentualer Luftfeuchte auf die Milchleistung verschiedener Rassen.
YECK und STEWART (1959)

	Temp. C	Luft- feuchte %	Holstein Friesian	Jersey	Brown Swiss
Milch-	18°	40 %	100	100	100
leistung	29°	40 %	97	93	98
in %	29°	90 %	69	75	83

Zu hohe Außentemperaturen haben nach Untersuchungen von BROBECK (7) eine Verringerung der Schilddrüsentätigkeit zur Folge, wodurch die Futteraufnahme und die Pansentätigkeit gedrosselt werden, was einen Leistungsabfall verursacht. Wie BRODY (8) feststellen konnte, tritt der Temperaturanstieg über 16° C bei Kühen mit hoher Leistung und hohem Körpergewicht eher leistungsmindernd in Erscheinung. BRODY führt dies auf die verkleinerte Körperoberfläche/kg Lebendgewicht und auf die vermehrte Wärmeerzeugung als Folge eines erhöhten Erhaltungsbedarfes zurück.

BIANCA (4,5) schreibt, daß durch verminderte Futteraufnahme die Wärmebildung gesenkt wird. Bei laktierenden Tieren ist die verringerte Futteraufnahme schon von 24 - 30° C zu beobachten, während trockenstehende Kühe erst ab 32° C den Futterkonsum einschränken. Zudem wird bei Hitze zusätzlich Energie benötigt, um überschüssige Wärmemengen abzuführen. Ab 15,6° C beginnt der Temperaturregelungsmechanismus des Hypothalamus beim Rind zu arbeiten. Dadurch wird die Atemfrequenz erhöht und die Atemtiefe gesenkt.

Diese Beobachtungen werden durch die jüngsten Ergebnisse von KIERMEIER und Mitarb. (30) bestätigt, die bei ihren Untersuchungen an Zebu-Azawak-Rindern eine verringerte Milchleistung bei Hitzestress feststellten, wobei sie als Ursache eine geänderte hormonale Steuerung als auch eine verringerte Futteraufnahme anführen. Da die Tagesmittel -

werte in der sahelinen Zone immer über 0°C liegen, konnten die Autoren einen hochsignifikanten Korrelationskoeffizienten zwischen Temperatur und Milchleistung von $-0,10^{+++}$ finden. Auch ROUSSEL und BEATTY (63) beobachteten in den heißen Sommermonaten in der Golfküstenregion der USA einen erheblichen Rückgang der Milchleistung, der durch eine teilweise Kühlung (feuchte Tücher auf Kopf und Nacken) vermieden werden konnte. Durch die bessere Hitzeabgabe zeigten die so gekühlten Tiere hochsignifikant geringere Atemfrequenzen und niedrige Rektaltemperaturen und dadurch besonders in der Mittagshitze ein besseres Freßverhalten. Auf Kälte reagieren die Tiere durch Gefäßverengung der äußeren Gewebe, wodurch die Hauttemperatur gesenkt und die Wärmeabgabe verringert wird. Sinkt die Umgebungstemperatur weiter ab, so wird die Wärmebildung des Körpers durch Kältezittern erhöht.

Über den Einfluß des Luftdrucks, der entscheidend die einzelnen Wetterlagen prägt, auf die Milchleistung von Kühen berichtet SOMMER (73, 75) in mehreren Arbeiten. "Föhnig übersteigertes Schönwetter" und aufkommender Wetterumschlag am Ende eines Hochdruckgebietes, das Zentrum eines Tiefs sowie Occlusionen verursachen vorwiegend einen Abfall der Milchleistung, die Vorderseite eines Tiefs, die Kaltfront im Osten eines Hochs und besonders die Frontalzone an der Rückseite eines Tiefs wirken allgemein steigernd auf die Milchleistung der Tiere. Bei den übrigen Wettertypen konnte jedoch keine spezifische Reaktion der Tiere ermittelt werden. Bei ihnen waren sowohl Anstieg als auch Abfall in der Milchleistung zu beobachten. Des weiteren konnte SOMMER nachweisen, daß sich die Reaktionsempfindlichkeit der Tiere während der Laktation nur unbedeutend ändert, ebenso war die Reaktionsstärke während der einzelnen Monate und Jahre gleich.

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen hinsichtlich der Lufttemperatur und der prozentualen Luftfeuchtigkeit in ihrer Auswirkung auf die Milchleistung zeigt die Tabelle 5. Steigende prozentuale Luftfeuchtigkeit hat eine Abnahme der Milchleistung zur Folge, fallende Luftfeuchtigkeit ruft höhere Milchleistung hervor. Da feuchtere Luft ein besserer Wärmeleiter ist als trockene Luft, zudem noch das isolierende Haarkleid durch Anfeuchtung in seiner Schutzwirkung gemindert wird, muß das Tier eine erhöhte Wärmeleistung erbringen, um seine Körperfunktionen aufrecht zu erhalten. Diese Wärmeleistung wird auf Kosten der Milchleistung erbracht. Abb.6 zeigt eine grafische Darstellung der Veränderungen der relativen Luftfeuchtigkeit und ihre Auswirkungen auf die ermolzene Milchmenge.

Tab. 5 Einfluß der Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Milchleistung

Klimatischer Einfluss	Lufttemperatur °C			Luftfeuchte %			Milchleist./kg			t-Test
	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	
Lufttemperatur zum Optimum hin steigend	-5	-1	+4	89	81	-8	10,7	11,9	+1,2	+++ 3,86
Lufttemperatur vom Optimum weg steigend	+20	+28	+8	37	37	±0	14,9	12,8	-2,1	+++ 4,79
Luftfeuchte abnehmend	+11	+15	+4	84	54	-30	12,1	13,7	+1,6	+++ 5,18
Luftfeuchte zunehmend	+12	+6	-6	59	88	+29	13,0	11,7	-1,3	+++ 8,31

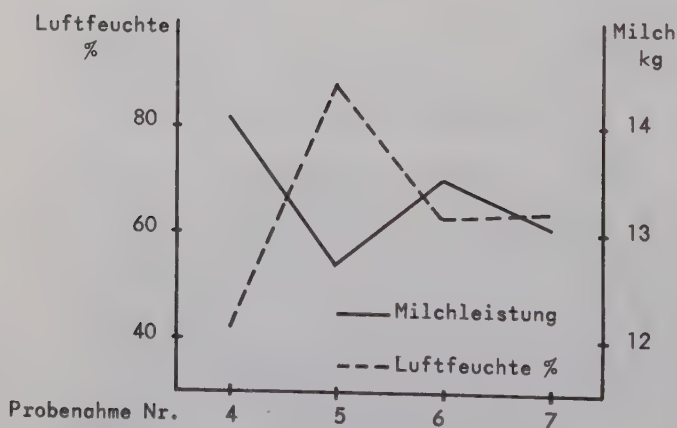


Abb. 6: Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Milchleistung

Hohe Luftfeuchtigkeit bei hohen Temperaturen vermindert die Abkühlung, da durch das geringe "Sättigungsdefizit" die Verdunstung von Feuchtigkeit an der Körperoberfläche und der der Atemwege geringer ist. Durch die Erhöhung der Atemfrequenz bei flacherem Atem versucht das Tier, Abkühlung zu erreichen. Dies erfordert einen erhöhten Energieaufwand, der von der Energie für die Milchbildung abgezweigt wird.

Änderungen der Lufttemperatur weg vom Behaglichkeitsbereich der Tiere verursachen eine Minderleistung der Milchmenge durch erhöhten Energieverbrauch zur Regulation der Körpertemperatur. Eine Lufttemperaturänderung in Richtung auf die Indifferenzzone erbringt eine erhöhte Milchleistung. Die vorher zur Regulation des Wärmehaushaltes erforderliche Energie kann nun für die Milchsynthese verwendet werden. Die Grafik in Abb. 7 zeigt den Zusammenhang zwischen Lufttemperatur und Milchleistung, das thermische Optimum ist klar zu erkennen.

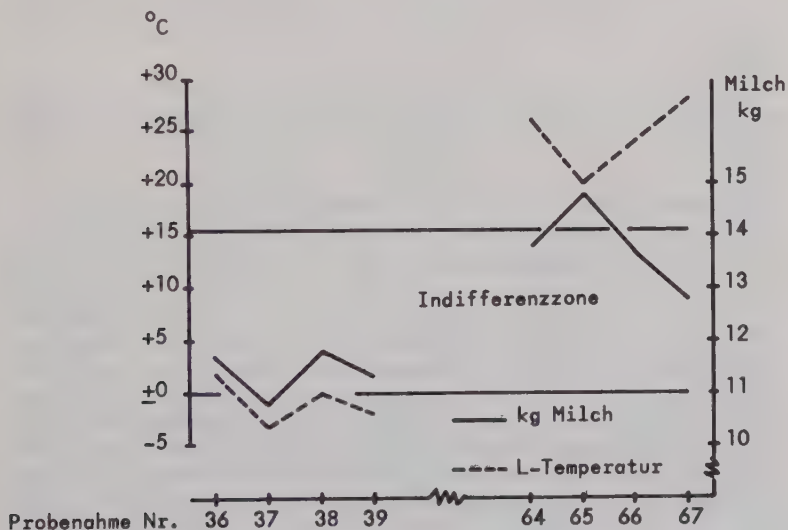


Abb.7: Einfluß der Lufttemperatur auf die Milchleistung

Den Einfluß der verschiedenen Wettertypen zeigt Tabelle 6. Die Übergangswetterlagen von Hoch zu Tief und umgekehrt haben eine depressive Wirkung auf die Milchleistung, die statistisch als hochsignifikant nachgewiesen werden konnte. Damit wird der avitalisierende Charakter dieser Wetterlagen mit seiner hypotonischen Wirkung auf den Stoffwechsel bestätigt.

Bei den Übergängen zu "Tief warm" zeigt die Tabelle dahingehend bei einer Probe eine Ausnahme, daß hier anstatt einer Leistungsminderung eine Leistungssteigerung zu beobachten ist. Dies ist jedoch möglicherweise auf einen gleichzeitigen hochsignifikanten Abfall des Zellgehaltes (-289.000 ; $t = 3,413^{+++}$) zurückzuführen, der durch die Wetterlage bedingt ist.

Tab. 6 Einfluß verschiedener Wassertypen auf die Milchleistung.

Wassertypen	Reizwirkung	Lufttemperatur °C		Luftfeuchte %		Luftdruck mm Hg		Milchleist./kg		t-Test
		vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	
Übergang zu Hoch kalt	avitalisierend	+14	+6	-8	51	90	+49	725	733	+++ 6,86
Hoch warm	vitalisierend	+13	+17	+4	80	45	-35	712	720	+++ 6,60
Hochende	avitalisierend	+10	+17	+7	53	63	+10	722	727	+++ 5,40
Übergang zu Tief kalt	avitalisierend	+21 +11	+7 +2	-14 -9	64 65	83 93	+19 +28	728 727	712 719	+++ 4,83 +++ 8,78
Übergang zu Tief warm	avitalisierend	+10	+21	+11	96	52	-44	732	720	+++ 4,81
Tief warm	vitalisierend	-3	+0	+3	81	73	-8	730	713	++ 3,21

Die Tiefdrucklagen mit positiver Reizwirkung auf den Organismus der Tiere regen den Stoffwechsel an und bewirken so eine signifikante Steigerung der Milchleistung.

Auch bei der schwach vitalisierenden Hochdrucklage konnte ein hochsignifikanter positiver Einfluß auf die Milchleistung festgestellt werden.

Den Verlauf der Milchleistungskurve während der Versuchsdauer zeigt Abb. 8.

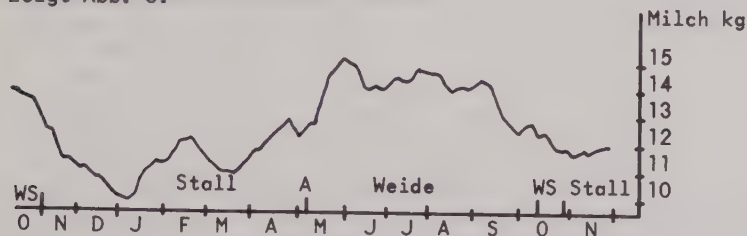


Abb.8: Trendkurve der Milchleistung während der Versuchszeit

Die Milchleistung fällt von 14 kg auf 11 kg zu Anfang Dezember. Die Kältewelle bis Mitte Januar läßt die Milchleistung bis Anfang Januar weiterhin bis unter 10 kg absinken. Die Milchleistung steigt dann mit fallendem Zellgehalt bis Mitte Februar auf 12 kg. Ein erneuter Kälteeinbruch Mitte März verringert die Milchleistung wieder auf 11 kg. Die Kurve steigt bis Ende April, Laktationsbedingt durch 6 Abkalbungen, auf 13 kg, um durch einen Anstieg der Sekretionsstörungen durch Einstreumangel bis zum Weideaustrieb gemindert zu werden. Nach dem Weideaustrieb erreicht die Milchleistung Anfang Juni ihr Maximum über 15 kg, sinkt dann bis Mitte Juni auf 14 kg und stagniert bis Anfang Juli. Der Leistungsgipfel bis Mitte Juni fällt zeitlich mit Zellgehalten zusammen, die im Bereich < 500.000 Zellen/ml liegen. Bis Ende Juli nimmt die Leistung leicht zu, um im August bei gleichzeitigem Anstieg der Zellgehalte eine Depression zu erfahren. Bis zum Versuchsende Anfang Dezember fällt die Leistung dann auf 12 kg ab.

Zur Kurve der relativen Luftfeuchtigkeit zeigt die Milchleistungskurve einen spiegelbildlichen Verlauf. Eine Untersuchung der Durchschnittswerte mittels Gruppenkorrelationen nach Jahreszeiten ergab für den ersten Herbst die engste Beziehung mit einem hochsignifikanten Korrelationskoeffizienten von $-0,839^{+++}$ bei 20 Werten, beeinflusst durch den 2. Vortag vor den Probenahmen.

Im Frühjahr und Sommer beeinflusste die prozentuale Luftfeuchtigkeit des Zeitraumes von 3 Tagen vor der Probenahme die Milchleistung, jedoch nicht mehr so stark.

Im Frühjahr ergab sich ein signifikanter Korrelationskoeffizient von $-0,592^{++}$ bei 25 Werten, im Sommer der niedrigste Korrelationskoeffizient von $-0,405^{+}$ bei 25 Werten zwischen prozentualer Luftfeuchte und Milchleistung.

Im Winter und im zweiten Herbst konnte eine gesicherte Beziehung nicht gefunden werden.

2.3. Klimatische Einflüsse auf den prozentualen Fettgehalt und die Fettleistung.

Neben der Milchleistung kommt dem prozentualen Fettgehalt der Milch hinsichtlich der Preisbildung für die produzierte Milchmenge eine besondere wirtschaftliche Bedeutung zu. Dementsprechend ist die Zahl der wissenschaftlichen Arbeiten groß, die sich mit den verschiedenen Möglichkeiten zur Beeinflussung des Fettgehaltes der Milch befassen. Insbesondere werden meist fütterungstechnische Fragen behandelt, während Beobachtungen hinsichtlich klimatischer Einflüsse nur vereinzelt zu finden sind. So beobachteten SCHWABE (65) sowie ROUSSEL und BEATTY (63) eine starke Erniedrigung des Fettgehaltes im Gemelk nach Weidegang in der Tageshitze, die nach BROBECK (7) eine Verringerung der Futteraufnahme und der Pansentätigkeit bewirkt. KIERMEIER und Mitarb. (30) fanden ebenfalls eine durch Temperatur bedingte Erniedrigung des Fettgehaltes und beobachteten weiterhin, daß diese um so deutlicher wird, je mehr die Höhe des prozentualen Fettgehaltes durch einen Rückgang der Milchleistung verunsichert war. Durch den Hitzestreß wird die Futteraufnahme und damit die Gesamtmenge der zur Milchsynthese erforderlichen Stoffe gesenkt, außerdem wird durch die verringerte Pansentätigkeit die Wirksamkeit der Verdauung gemindert. Hiervon wird auch der Kohlehydratabbau des Futters zu Acetat betroffen, aus dem nach ORTH und KAUFMANN (51) die niederen und mittleren gesättigten Fettsäuren, die einen großen Teil des MilCHFettes darstellen, gebildet werden. Die Acetatbildung erfolgt neben der Propionat- und Butyratbildung im Pansen, wobei die Mengenverhältnisse dieser Stoffe untereinander vom Gehalt des Futters an Zellulose, Stärke und Zucker abhängt. Das gebildete Acetat gelangt über die Blutbahnen zum Euter, das in Verbindung mit einem besonders aktiven Enzymsystem für die Fettbildung eine sehr starke Acetatabsorption aufweist.

Im Euter erfolgt der Aufbau von Fettsäureketten aus Acetat, indem die Kohlenstoffkette des Ausgangsstoffes, durch Coenzym-A aktiviert, an das Acetyl - Co A zwei C Atome anlagert, wofür vier Reaktionsschritte benötigt werden. Dieser Kreisprozeß kann mehrmals wiederholt werden, so daß Fettsäureketten verschiedener Länge entstehen können. Beim Wiederkäuer hat diese Eigenfettsynthese für die MilCHFettbildung größte Bedeutung, da die zur Fettsynthese benötigten Fettsäuren nur in geringem Umfang unverändert aus dem Futter entnommen werden. Daher kann ein Streß die MilCHFettsynthese einmal über die Verdauung des Futters und zum anderen über die Syntheseleistung im Euter beeinflussen.

Eine Darstellung des Temperatureinflusses auf den prozentualen Fettgehalt zeigt Abb. 9.

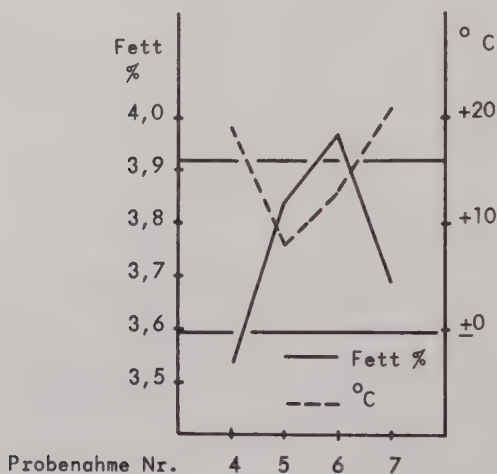


Abb.9: Einfluß der Lufttemperatur auf den Fettgehalt

Deutlich erkennbar ist hier, wie auch die Ergebnisse in Tab. 7 zeigen, daß der Fettgehalt zunimmt, wenn die Temperatur sich auf den Indifferenzbereich zu bewegt. Steigt die Temperatur über den Indifferenzbereich hinaus an, so sinkt der Fettgehalt ab. Dies kann wohl darauf zurückgeführt werden, daß durch die Temperaturerhöhungen die Pansentätigkeit bei gleichzeitig verringerter Futteraufnahme erniedrigt wird, so daß die Nährstoffmenge für Erhaltungsbedarf und Synthese zurückgeht. Liegen die Temperaturen unter dem Körpertemperatur vermehrt werden zur Aufrechterhaltung der Körpertemperatur vermehrt Nährstoffe verbraucht und so einer möglichen Synthese entzogen.

Tab. 7 Einfluß der Lufttemperatur auf den Fettgehalt.

Änderungsrichtung der Lufttemperatur	Lufttemperatur °C			Fettgehalt %			t-Test
	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	
zum Optimum absinkend	+19	+7	-12	3,57	4,00	+0,43	+++ 5,18
zum Optimum steigend	-1	+4	+5	3,84	4,28	+0,44	+++ 3,44
vom Optimum absinkend	+4	-1	-5	4,28	3,97	-0,31	+++ 5,03
vom Optimum aufsteigend	+15	+20	+5	3,85	3,62	-0,23	+++ 3,80

Die Auswirkungen der prozentualen Luftfeuchte auf den Fettgehalt sind in Abb. 10 dargestellt.

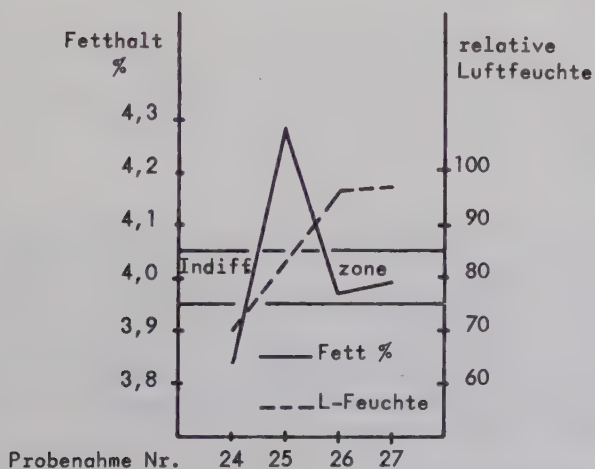


Abb. 10: Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf den Fettgehalt

In Tab. 8 sind weitere Beispiele aufgeführt, die den gleichen Zusammenhang zwischen Luftfeuchte und Fettgehalt zeigen.

Tab. 8 Einfluß der relativen Luftfeuchtigkeit auf den Fettgehalt.

Änderungsrichtung der Luftfeuchtigkeit	Luftfeuchtigkeit %			Fettgehalt %			t-Test
	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	
zum Optimum absinkend	93	85	-8	3,83	4,21	+0,38	+++ 4,38
zum Optimum steigend	55	84	+29	3,64	4,07	+0,43	+++ 6,20
vom Optimum absinkend	85	74	-11	4,21	3,59	-0,62	+++ 5,05
vom Optimum aufsteigend	83	95	+12	4,04	3,78	-0,26	+++ 4,89

Sinkt die Luftfeuchtigkeit unter die Werte der Indifferenzzone ab, so sinkt auch der Fettgehalt ab, um wieder anzusteigen, wenn die Luftfeuchtigkeit innerhalb des Indifferenzbereiches liegt. Steigt die Luftfeuchte über den Indifferenzbereich hinaus, so verringert sich die isolierende Wirkung der Luft und des Haarkleides, die verstärkte Auskühlung steigert den Erhaltungsbedarf und bewirkt so wahrscheinlich eine Abnahme des prozentualen Fettgehaltes.

Wie in den vorangegangenen Kapiteln dargelegt, werden ebenso wie der Fettgehalt die Zellzahlhöhe und die Milchleistung durch die Wettertypen beeinflusst. Eine bekannte Tatsache ist die negative Beziehung zwischen Milchleistung und Fettgehalt. Ebenso kann ein Einfluß der Sekretionsstörungen auf den Fettgehalt unterstellt werden, da die Syntheseleistung der Alveolen zumindestens durch die Entzündungen verringert wird, sofern nicht als weitere Folge des Entzündungsprozesses die Alveolen vollständig zerstört werden.

ZEILINGER und FOISSY (89) berichten von einer sinkenden Tendenz des Fettgehaltes bei Sekretionsstörungen, HEESCHEN

Tab. 9 Einfluß verschiedener Wittertypen auf den Fettgehalt.

Wittertyp	Reizwirkung	Lufttemperatur °C			Luftfeuchte %			Luftdruck mm Hg			Fettgehalt %			t-Test
		vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	
Übergang zu Hoch kalt	avitalisierend	+9	+4	-5	57	85	+28	721	731	+10	3,66	3,90	+0,24	4,17 ⁺⁺⁺
		+27	+20	-7	68	74	+6	721	724	+3	3,97	3,79	-0,18	2,31 ⁺
Hoch kalt	schwach vitalisierend	-1	-10	-9	93	85	-8	715	729	+14	3,83	4,21	+0,38	4,38 ⁺⁺⁺
	warm	+7	+9	+2	87	51	-36	721	727	+6	3,89	3,67	-0,22	3,72 ⁺⁺⁺
Übergang zu Tief kalt	avitalisierend	+21	+7	-14	68	83	+19	728	712	-16	3,67	3,90	+0,23	2,14 ⁺
Übergang zu Tief warm	avitalisierend	+12	+21	+9	85	73	-12	731	728	-3	3,97	3,69	-0,28	2,20 ⁺
Tief kalt	vitalisierend	+11	+5	-6	55	87	+32	726	715	-11	3,58	4,11	+0,53	10,27 ⁺⁺⁺
Tief warm	vitalisierend	-1	+4	+5	70	82	+12	726	716	-10	3,84	4,28	+0,44	3,44 ⁺⁺
		-3	+0	+3	81	73	-8	730	713	-17	4,06	3,78	-0,28	3,55 ⁺⁺

und REICHMUTH (23) hingegen konnten einen derartigen Zusammenhang nicht feststellen, während TEUTE (78) sogar das Gegenteil bei chronischer Sekretionsstörung beobachtete.

Beim Übergang zu Hoch zeigt die Tabelle 9 einmal eine schwach signifikante Abnahme des Fettgehaltes, was mit einer geringeren Syntheseleistung auf Grund der verminderten Aktivität der Körperfunktionen erklärt werden könnte. Zum anderen ist bei diesem Wettertyp eine der Reizwirkung entgegengesetzte hochsignifikante Erhöhung festzustellen. Bei genauer Betrachtung dieser Proben war gleichzeitig entweder eine hochsignifikante ($t = 5,26^{+++}$) Erniedrigung der Milchleistung oder eine hochsignifikante ($t = 4,32^{+++}$) Zellgehaltsverringerung zu beobachten, die wahrscheinlich diesen Anstieg des Fettgehaltes bewirken. Auch bei der Hochwetterlage ist keine eindeutige Aussage möglich, da sowohl Zunahme und Abnahme hochsignifikant gesichert werden konnten. Bei der Zunahme beobachteten wir jedoch gleichzeitig eine schwachsignifikante Zellzahlerhöhung um +269.000 Zellen/ml.

Beim "Übergang zu Tief kalt" wurde neben dem schwachsignifikanten Anstieg des Fettgehaltes eine hochsignifikante ($t = 4,84^{+++}$) Minderung des Zellgehaltes ermittelt. Der avitalisierenden Reizwirkung des "Überganges zu Tief warm" entsprechend ist ein schwachsignifikanter Abfall des Fettgehaltes.

Die Tiefwetterlage zeigt allgemein durch ihre physiologisch anregende Wirkung eine Erhöhung des Fettgehaltes; der ebenfalls erkennbare signifikante Rückgang bei "Tief warm" ist möglicherweise durch die hochsignifikante ($t = 3,03^{+++}$) Zellgehaltserhöhung verursacht.

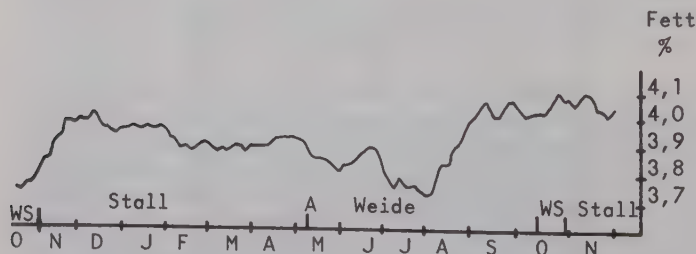


Abb.11: Trendkurve des Fettgehaltes während der Versuchszeit

In Abb. 11 ist der Verlauf der Kurve des Fettgehaltes Über

den Versuchszeitraum dargestellt. Mit Beginn der Stallhaltung im Herbst steigt die Kurve auf ein Maximum bis zum ersten Dezemberdrittel, um mit Beginn der ersten Kältewelle leicht abzusinken. Bis zum Austrieb hält sich der Fettgehalt etwa auf gleicher Höhe, um dann bis Anfang Juni abzunehmen, wobei der geringe Rohfasergehalt des jungen Weidegrases der verursachende Faktor sein dürfte. Ab dem letzten Junidrittel verringert sich der Fettgehalt stetig bis Ende Juli, um sich dann bis Mitte September zu erhöhen. Der Maximalwert wird zu Beginn der Winterstallhaltung erreicht. Die Kurve der maximalen Lufttemperatur bewegt sich bis zum Austrieb im Indifferenzbereich, dann übersteigt sie ihn. Damit sinkt der Fettgehalt ab. Während der Fettgehalt nach 3 Monaten Anfang August wieder stetig steigt, bleibt die maximale Lufttemperatur bis zum Beginn der halbtägigen Weidehaltung im Herbst über der Indifferenzzone. Das vorherige Ansteigen des Fettgehaltes könnte einerseits auf eine Akklimatisierung der Tiere an die höheren Temperaturen gewertet werden, mit Sicherheit wird hier jedoch auch der steigende Rohfasergehalt des Weidegrases wirksam. Zwischen der Kurve der minimalen Luftfeuchte und der Fettgehaltskurve während des Versuchszeitraumes ist kein Zusammenhang zu ersehen.

Die tägliche Fettleistung, ausgedrückt in Fetteinheiten (1 Fetteinheit = 10 g Fett), ergibt sich aus der Multiplikation des Milchfettgehaltes und der Tagesmilchleistung. Daher besteht eine Abhängigkeit der Fettleistung von diesen beiden Merkmalen, deren Wirkung auf die Fettleistung sowohl ausgleichend als auch kumulierend sein kann.

Wie aus Abb. 12 zu entnehmen ist, hat anscheinend auch bei der Fettleistung die Indifferenzzone der Lufttemperatur ihre Bedeutung für die Höhe der Fettleistung. Befinden sich die Temperatur- und Feuchtigkeitswerte im Indifferenzbereich, so ist die Fettleistung hoch. Liegen diese Klimawerte außerhalb der Indifferenzzone, so sinkt die Fettleistung ab.

Auch in Tab. 10 deuten die Ergebnisse bei der Lufttemperatur darauf hin. Die Entfernung vom Behaglichkeitsbereich bewirkt dabei eine Erniedrigung der Fettleistung, wobei diese einmal auf einem gesicherten Rückgang des Fettgehaltes, zum anderen auf eine hochsignifikante Verringerung der Milchleistung zurückgeführt werden kann. Bewegt sich die Lufttemperatur auf die Indifferenzzone zu, so konnte bei gleichzeitiger gesicherter Fettgehaltserhöhung ein Anstieg der Fettleistung festgestellt werden.

Tab. 10 Einfluß von Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Fettleistung.

Änderungs- richtung	Lufttemperatur °C			Luftfeuchte %			Fetteinheiten			t-Test	F = Fett % ML= Milchleist. kg in
	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.		
<u>Lufttemperatur</u> vom Optimum aufsteigend	+13	+21	+8	85	73	-12	54,2	47,5	-6,7	3,37 ⁺⁺⁺	F:-0,28 %; t=2,20 ⁺ +++
	+10	+21	+11	96	52	-44	50,2	42,3	-7,9	4,04 ⁺⁺⁺	ML:-1,85 kg; t=4,81
<u>Lufttemperatur</u> zum Optimum steigend	-1	+4	+5	70	82	+12	41,5	47,8	+6,3	2,33 ⁺	F:+0,44 %; t=3,44 ⁺⁺
<u>Luftfeuchte</u> steigend	+10	+17	+7	46	65	+19	45,9	51,9	+6,0	2,55 ⁺	-----
<u>Luftfeuchte</u> fallend	+3	+10	+7	88	69	-19	57,9	48,7	-9,2	6,06 ⁺⁺⁺	F:-0,62 %, t=5,05 ⁺⁺⁺

Die Luftfeuchtigkeit zeigt bei Anstieg eine Steigerung der Fettleistung. Diese Zunahme der relativen Luftfeuchtigkeit läßt jedoch eine Richtung auf die Behaglichkeitszone deutlich erkennen, für die fallende prozentuale Luftfeuchte wird umgekehrt eine Entfernung vom Optimum sichtbar, worauf durch eine hochsignifikante Fettgehaltsminderung eine Abnahme der Fettleistung verursacht wird. Für die relative Luftfeuchtigkeit ist jedoch auf Grund dieser Ergebnisse das Wirksamwerden eines Indifferenzbereiches, wie in Abb. 12 erkennbar, nicht mit Sicherheit zu bestimmen.

Die Einordnung der Proben nach Wettertypen zeigt Tab. 11, wobei eine negative Auswirkung der Übergangswetterlagen und sogar der schwach vitalisierenden Hochdrucklage auf die Fettleistung sichtbar wird. Die positive Reizwirkung der Tiefdruckgebiete bewirkt einen Anstieg in der Fettleistung. Während in allen anderen Fällen keine gesicherte Veränderung der Milchleistung und des prozentualen Fettgehaltes festgestellt werden konnte, wurde bei dem "Übergang zu Hoch kalt" eine schwach signifikante Erniedrigung des Fettgehaltes beobachtet.

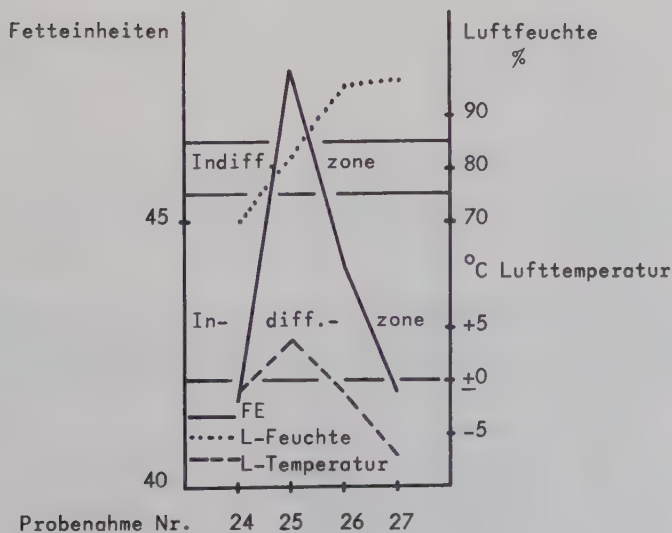


Abb.12: Einfluß der Luftfeuchtigkeit und -temperatur auf die Fettleistung

Tab. 11 Einfluß verschiedener Wassertypen auf die Fettleistung.

Wassertyp	Reiz- wirkung	Lufttemperatur °C			Luftfeuchte %			Luftdruck mm Hg			Fetteinheiten			t-Test	F = Fett %
		vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.		
Übergang zu Hoch kalt	avitali- sierend	+24	+16	-8	75	83	+8	723	725	+2	54,2	48,3	-5,9	+++ 4,38	F:-0,18 %; t = 2,31 ⁺
Hoch warm	schwach vitalis.	+19	+21	+2	90	65	-25	715	725	+10	57,9	48,7	-9,2	++ 3,87	-----
Übergang zu Tief warm	avitali- sierend	+11	+21	+10	90	62	-28	732	724	-8	52,2	44,9	-7,3	+++ 5,23	-----
Tief	vitali- sierend	+4	+11	+7	58	73	+15	730	720	-10	43,7	49,9	+6,2	+++ 3,40	-----

Die Entwicklung der Fettleistung während der Versuchsdauer zeigt die Kurve in Abb. 13

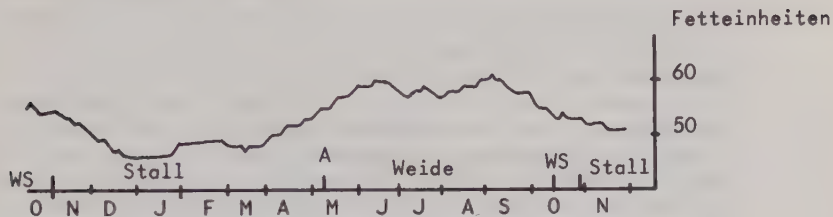


Abb.13: Trendkurve der Fettleistung während der Versuchszeit

Vom Versuchsbeginn bis zum letzten Dezemberdrittel fällt die Fettleistung ständig ab, bleibt während der ersten Kälte- welle bis zum letzten Januardrittel auf gleicher Höhe, steigt dann bis Ende Januar an, um bis Ende März auf konstanter Höhe zu bleiben. Bis Mitte Juni erhöht sich die Fettleistung dann stetig. Mitte Juli und Anfang August sinkt die Fettleistung jeweils nochmals kurz ab und erreicht ihren Höhepunkt Anfang September, um dann bis zum Versuchsende stetig abzufallen.

Vergleicht man den Verlauf der Temperaturkurve des Versuchs- zeitraumes mit der Fettleistungskurve, so entdeckt man eine weitgehende Übereinstimmung. Unter Berücksichtigung der Ein- wirkungsdauer konnte der höchste Korrelationskoeffizient für den Zeitraum von 3 Vortagen mit $r = +0,745^{+++}$ gefunden wer- den.

Zur Kurve der prozentualen Luftfeuchte hat die Fettleistungs- kurve etwa einen spiegelbildlichen Verlauf, wobei der höchste Korrelationskoeffizient für den Zeitraum der ersten beiden Vortage mit $r = -0,563^{+++}$ ermittelt wurde.

Vergleicht man den Verlauf der Fettleistungskurve mit dem der Milchleistungskurve des Versuchszeitraumes, so zeigt die Fett- leistungskurve einen in den Richtungsänderungen abgeschwächten Verlauf.

2.4. Klimatische Einflüsse auf das Fettsäurenspektrum.

Das Fettsäurenspektrum der Fette bestimmt im wesentlichen deren technologische, physikalische, chemische und organoleptische Eigenschaften. Die Fette pflanzlicher und tierischer Herkunft sind im allgemein Gemische aus verschiedenen Triglyceriden, die sich untereinander durch die Anlagerung verschiedener Fettsäuren unterscheiden können. Dabei bestehen Unterschiede in der Länge der Kohlenstoffketten, die nach RENNER und SENFT (60) zur Erhöhung der Aussagekraft gaschromatischer Analysen in vier Gruppen aufzuteilen sind:

- 1) kurzkettige Fettsäuren (C 4 - C 8): Butter-, Capron und Caprylsäure;
- 2) mittelkettige Fettsäuren (C10 - C 16): Caprin-, Laurin-, Myristin- und Palmitinsäure;
- 3) langkettige Fettsäuren (C18-Reihe): Stearin-, Öl-, Linol- und Linolensäure;
- 4) langkettige, ungesättigte Fettsäuren (C 18-Reihe): Öl-, Linol- und Linolensäure.

Das Milchfett unterscheidet sich von den Ubrigen tierischen Fetten durch das Vorkommen von kurzkettigen Fettsäuren, worauf ORTH und KAUFMANN (52) das charakteristische Aroma- und Geschmacksbild der daraus hergestellten Produkte, insbesondere der Butter, zurücführen.

Einen besonderen Einfluß auf die Konsistenz des Milchfettes hat die Höhe der relativen Anteile ungesättigter Fettsäuren, wobei einfach- und mehrfach ungesättigte Fettsäuren besonders der C 18-Reihe beteiligt sind.

Die in den vorangegangenen Kapiteln dargestellten Veränderungen der Milchleistung und des Fettgehaltes beeinflussen die absoluten Fettsäuregehalte, so daß aus den relativen Anteilen keine endgültige Aussage bezüglich der Leistung hergeleitet werden kann. Zur Darstellung dieses Aspektes werden in Anlehnung an RENNER und Mitarb. (61) folgende Kriterien ebenfalls dargestellt:

- 1) Der Fettsäurenanteil je Liter Milch (Fettgehalt x prozentualen Fettsäuregehalt), ausgedrückt in g/l.
- 2) Die Fettsäurenleistung je Tagesgemelk (Fettleistung x prozentualen Fettsäuregehalt), ausgedrückt in g/Tag.

In zahlreichen Arbeiten konnten ORTH und KAUFMANN (51, 52), KIERMEIER und RENNER (34), DIJKSTRA (14) u.a. den Einfluß der Fütterung für die Menge und Zusammensetzung des Milchfettes nachweisen, wobei im Gegensatz zu den monogastrischen Tieren insbesondere die Fetteigensynthese bei den Wiederkäuern von Bedeutung und über die Fütterung einflußbar ist. Dabei bestimmen die Kohlenhydrate Zellulose, Stärke und Zucker in ihrem mengenmäßigen Verhältnis zueinander und gemeinsam

gegenüber dem Eiweißgehalt der Futterration die Wirksamkeit der Pansenvorgänge hinsichtlich Keimzahl und -flora, pH-Wert und Abbaugeschwindigkeit sowie der Gesamtsäureproduktion und dem für die Eiweiß- und Fettbildung sowie Milchleistung entscheidenden Verhältnis von Essig-, Butter-, Propion- und Milchsäure. Das Futterfett ist für die Pansenvorgänge von untergeordneter Bedeutung. Bei ungenügender Essigsäurebildung können kurzkettige Futterfettsäuren jedoch eine Depression der Fettsynthese verhindern. Hinsichtlich der Milchfettkonsistenz haben die langkettigen, ungesättigten Fettsäuren des Futters einen in vielen Arbeiten nachgewiesenen Einfluß, wobei nach ORTH und KAUFMANN (52) ein konzentrationsabhängiges Gleichgewicht zwischen Eigensynthese aus Acetat und dem direkten Übergang der ungesättigten Fettsäuren des Futters in die Milch besteht. Dabei können hohe Gehalte an ungesättigten Fettsäuren im Futter die Eigensynthese aus Acetat zurückdrängen bei gleichzeitiger Erniedrigung des Fettgehaltes. Weiterhin konnten Einflüsse der Jahreszeit RENNER und KIERMEIER (59), Mc DOWALL (44), GYOT und PIRAUX (20), des Lactationsstadiums ADDA (1), DAVIDOV (13) und SENFT und KLOBASA (68), der Haltung RENNER und Mitarb. (61), des individuellen Einflusses des Tieres RENNER und SENFT (60) und Wagner (85) festgestellt werden. Wenig bekannt ist jedoch über Auswirkungen klimatischer Faktoren auf das Fettsäurenmuster der Milch. In den eigenen Untersuchungen wurden die einzelnen Fettsäuregruppen auf Veränderungen untersucht, die auf den Wechsel der Lufttemperatur, der Luftfeuchtigkeit und der Wittertypen zurückgeführt werden können. Die Ergebnisse sind nachstehend folgendermaßen eingeordnet:

- 1) Kurzkettige Fettsäuren (C 4 - C 8)
- 2) Mittelkettige Fettsäuren (C 10 - C 16)
- 3) Langkettige Fettsäuren (C 18-Reihe)
- 4) Langkettige, ungesättigte Fettsäuren (C 18-Reihe)

Zu 1

Die kurzkettigen Fettsäuren (C 4 - C 8) sind prozentual am Fettsäurenspektrum mit 7 - 12 % beteiligt, die Literleistung beträgt bei langfristiger Betrachtung etwa 3 g/l und ihre Tagesleistung schwankt zwischen 30 - 50 g.

Trotz des geringen Anteiles dieser Gruppe an der Gesamtheit konnten bei allen drei Betrachtungsweisen Veränderungen festgestellt werden, wobei diese bei den prozentualen Gehalten und der Tagesleistung häufiger auftraten als bei Betrachtung des Litergehaltes.

In Tab. 12 wird der Einfluß der Lufttemperatur auf die kurzkettigen Fettsäuren dargestellt.

Bei Veränderungen der Lufttemperatur in Richtung auf die Indifferenzzone ($+0^{\circ}$ bis $+16^{\circ}$ C) ist ein Absinken der Werte dieser Gruppe festzustellen, wie die Werte der oberen zwei Zeilen der Tabelle zeigen. Bewegt sich die Lufttemperatur vom Optimum weg, so erhöhen sich die Anteile der kurzkettigen Fettsäuren, wie der untere Teil der Tabelle zeigt. Hinsichtlich des Einflusses der relativen Luftfeuchtigkeit zeigen die kurzkettigen Fettsäuren gleichsinnige Veränderungen im Bezug auf die Indifferenzzone (75 % - 85 % relative Luftfeuchte). Wie der obere Teil der Tabelle 13 zeigt, haben Veränderungen der Luftfeuchte in Richtung auf das physiologische Optimum hin eine Erniedrigung zur Folge.

Die umgekehrte Entwicklung der Luftfeuchte bewirkt einen Anstieg der kurzkettigen Fettsäuren, wie im unteren Tabellen teil zu erkennen ist. Dieser Sachverhalt geht nicht eindeutig aus der oben genannten Tabelle hervor, jedoch kann ein solches Reaktionsverhalten aus den entsprechenden Werten der mittel- und langkettigen Fettsäuren geschlossen werden, wie die nachfolgenden Ergebnisse zeigen.

Die Wirkung der einzelnen Wettertypen auf die kurzkettigen Fettsäuren wird aus Tabelle 14 ersichtlich. Dabei sind Veränderungen der kurzkettigen Fettsäuren nur in der Tagesleistung festzustellen, wobei der Einfluß der Wettertypen mit Sicherheit über die Milchleistung, evtl. auch durch den kumulierenden Effekt der gleichgerichteten Veränderung von Fettgehalt und Milchleistung auf die Tagesleistung der Gruppe der kurzkettigen Fettsäuren bewirkt wird. Die Tabelle zeigt weiter, daß die den Organismus belastenden Übergangswetterlagen zu einer Erhöhung der Tagesleistung kurzkettiger Fettsäuren führen, während die physiologisch anregende Hochwetterlage den entgegengesetzten Effekt bewirkt.

Zu 2

Die Gruppe der mittelkettigen Fettsäuren C 10 - C 16 hat zwischen 30 % und 55 % Anteil am Fettsäurenspektrum, wobei der Gehalt zwischen 12 und 20 g/l und die Tagesleistung zwischen 180 g und 250 g betragen kann.

Hinsichtlich des relativen Anteiles, des Litergehaltes und der Tagesleistung konnten Veränderungen durch klimatische Faktoren festgestellt werden. Dabei ist jedoch eine umgekehrte Reaktionsweise dieser Fettsäurengruppe auf die Faktoren Lufttemperatur, Luftfeuchte und Wettertyp zu beobachten, wie sie bei den kurzkettigen Fettsäuren festgestellt wurde.

Tab. 12 Einfluß der Lufttemperatur auf die kurzketigen Fettsäuren C 4 - C 8.

Änderungs- richtung der Luft- temperatur	Lufttemperatur ° C			C 4 - C 8											
				prozentualer Anteil				g pro Liter				Tagesleistung in g			
	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	t-Test	vor	nach	Diff.	t-Test	vor	nach	Diff.	t-Test
zum Optimum steigend	-7	+1	+8	---	---	---	---	---	---	---	---	39,1	29,7	-9,4	+++ 4,07
zum Optimum sinkend	+24	+16	-8	8,1	6,3	-1,8	++ 3,20	---	---	---	---	39,3	32,6	-6,7	+++ 4,47
vom Optimum sinkend	+6	-1	-7	---	---	---	---	---	---	---	---	33,8	40,1	+6,3	++ 3,47
vom Optimum steigend	+22	+24	+2	5,9	7,8	+1,9	++ 4,15	2,30	3,05	+0,75	++ 4,12	31,8	45,6	+13,8	+++ 5,27

Tab. 13 Einfluß der relativen Luftfeuchtigkeit auf die kurzketigen Fettsäuren.

Änderungs- richtung der Luft- feuchtigkeit	Luftfeuchte %		C 4 - C 8												
			prozentualer Anteil				g pro Liter				Tagesleistung in g				
	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	t-Test	vor	nach	Diff.	t-Test	vor	nach	Diff.	t-Test
steigend	58	82	+24	9,1	7,1	-2,0	2,47 ⁺	4,6	3,6	-1,0	2,81 ⁺⁺	---	---	---	---
fallend	76	56	-20	8,0	11,6	+3,6	4,06 ⁺⁺⁺	3,36	4,63	+1,27	2,78 ⁺⁺	36,5	47,3	+10,8	17,80 ⁺⁺⁺

Tab. 14 Einfluß verschiedener Wittertypen auf die kurzkettigen Fettsäuren C 4 - C 8.

Wittertyp	Reiz- wirkung	Lufttemperatur ° C			Luftfeuchte %			Luftdruck mm Hg			C 4 - C 8 Tagesleistung in g		
		vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff. t-Test
Übergang zu Hoch kalt	avitali- sierend	+6	-1	-7	85	85	+0	719	722	+3	33,8	40,1	+6,3 3,48+++
Hoch warm	schwach vitalis.	+8	+11	+3	78	65	-13	720	727	+7	37,0	30,9	-6,1 5,59+++
Übergang zu Tief kalt	avitali- sierend	+11	+8	-3	65	93	+28	727	719	-8	30,9	37,9	+7,0 6,65+++
Übergang zu Tief warm	avitali- sierend	+8	+13	+5	88	63	-25	739	731	-8	36,0	41,1	+5,1 2,14+

Tab. 15 Einfluß der Lufttemperatur auf die mittelkettigen Fettsäuren C 10 - C 16.

Änderungs- richtung der Luft- temperatur	Lufttemperatur °C			C 10 - C 16											
				prozentualer Anteil						g pro Liter					
	Tagesleistung in g														
	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	t-Test	vor	nach	Diff.	t-Test	vor	nach	Diff.	t-Test
zum Optimum sinkend	+18	+8	-10	---	---	---	---	16,8	19,3	+2,5	+++ 4,97	204,5	234,4	+29,9	+++ 5,33
zum Optimum steigend	-1 -10	+1 +0	+2 +10	---	---	---	+++ 5,31	---	---	---	---	220,2	247,0	+26,8	+++ 3,77 +++ 3,39
vom Optimum fallend	+0 -3	-3	-3	50,0	47,2	-2,8	+++ 4,66	21,2	18,9	-2,3	+++ 5,47	226,2	197,6	-28,6	++ 2,78
vom Optimum steigend	+11	+19	+8	49,0	44,8	-4,2	+ 2,50	19,2	17,2	-2,0	++ 2,88	232,3	184,6	-47,7	+++ 5,14

Die Veränderung der Lufttemperatur in Richtung auf den physiologisch günstigen Bereich zeigt im allgemeinen eine Zunahme der prozentualen und literbezogenen Gehalte sowie einen Anstieg der Tagesleistung, wie man aus dem oberen Teil der Tabelle 15 ersehen kann. Eine Ausnahme bilden die Proben, bei denen zwar relativ gesehen eine Zunahme festzustellen ist, gleichzeitig bei sinkender Milchleistung (9,8 l auf 9,4 l) und hoch signifikanter ($t = 5,05^{+++}$) Senkung des Fettgehaltes von 4,2 % auf 3,6 % die Tagesleistung eine Minderung erfährt. Entfernt sich die Lufttemperatur von der Behaglichkeitszone weg, so sinken die Werte der mittelkettigen Fettsäuren bei allen drei Betrachtungsweisen ab, was aus den Ergebnissen der unteren beiden Spalten zu erkennen ist.

Die prozentuale Luftfeuchtigkeit beeinflusst die Kennwerte der mittelkettigen Fettsäuren gleichsinnig, bezogen auf die Indifferenzzone von 75 % - 85 %.

Im oberen Teil der Tab. 16 erhöht sich der prozentuale Gehalt und der Litergehalt, wenn die Luftfeuchtheitswerte sich auf den Behaglichkeitsbereich hin bewegen. Eine Entfernung davon bringt eine Erniedrigung der Werte mit sich, wie es der untere Tabellenteil verdeutlicht.

Auch bei den Wittertypen bemerkt man eine umgekehrte Beeinflussung der mittelkettigen Fettsäuren gegenüber den kurzkettigen Fettsäuren. Die Tabelle zeigt deutlich eine Erniedrigung der prozentualen und literbezogenen sowie der Tagesleistung kennzeichnenden Werte bei den negativ auf die physiologische Leistung wirkenden Übergangswetterlagen, während die stimmulierenden Hochwetterlagen einen Anstieg zur Folge haben. (Tabelle 17)

Zu 3

Die langkettigen Fettsäuren der C 18 Reihe, sowohl die Summe aus Stearin-, Öl-, Linol- und Linolensäure als auch die Summe der ungesättigten Fettsäuren, zeigen im vorliegenden Fall stets gleichsinnige Änderungen, wie die Tabellen 18, 19 und 20 zeigen. Dabei zeigt die Summe der langkettigen Fettsäuren bei Betrachtung der Kurven des prozentualen und des auf Liter bezogenen Gehaltes etwa dieselbe Schwankungsbreite wie die Summe der mittelkettigen Fettsäuren, während die Kurve der Tagesleistung einen erweiterten Bereich von etwa 120 g bis 300 g einnimmt. Die Fettsäuren der C 18 Reihe bilden bei prozentualer Betrachtung das Gegengewicht zu den mittellangen Fettsäuren (siehe Abb. 14), womit diese Feststellung von RENNER und Mitarb. (61) bestätigt werden kann. Dieser Effekt ist auch bei einer literbezogenen Betrachtung ebenso klar zu erkennen (siehe Abb. 15), während bei den Tagesleistungen der Einfluß der Milchleistung diese Auswirkung verwischt (siehe Abb. 16).

Tab. 16 Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die mittelkettigen Fettsäuren C 10 - C 16.

Änderungs- richtung der Luft- feuchtigkeit	C 10 - C 16														
	Luft- feuchtig- keit %			prozentualer Anteil				g pro Liter				Tagesleistung in g			
	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	t-Test	vor	nach	Diff.	t-Test	vor	nach	Diff.	t-Test
zum Optimum steigend	64	83	+19	---	---	---	---	17,9	20,6	+2,7	++	---	---	---	---
zum Optimum sinkend	100	93	-7	48,0	52,0	+4,0	+++ 4,41	18,5	20,4	+1,9	+++ 5,70	---	---	---	---
vom Optimum steigend	79	93	+14	50,0	47,1	-2,9	+++ 4,66	20,2	18,4	-1,8	+++ 4,73	---	---	---	---
vom Optimum fallend	85	64	-21	48,8	45,4	-3,4	+++ 4,18	19,3	16,9	-2,4	+++ 4,61	227,3	194,6	-32,7	++ 3,55

Tab. 17 Einfluß verschiedener Wittertypen auf die mittelkettigen Fettsäuren C 10 - C 16.

Wetter- typ	Reiz- wir- kung	Luft- temperatur °C		Luft- feuchte %		Luftdruck mm Hg		Einheit	C 10 - C 16			
		vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.		vor	nach	Diff.	t-Test
Übergang zu Hoch kalt	avita- lisie- rend	+17	+9	-8	64	86	+22		---	---	---	---
									18,7	16,7	-2,0	+++
									g/L	7,19		7,19
Übergang zu Hoch warm	avita- lisie- rend	+2	+6	+4	55	60	+5	+7	g/T	229,8	206,0	-23,8
												++
									%	45,3	43,0	-2,3
Hoch kalt	schwach vitali- sierend	-2	-4	-2	98	88	-10	+15	g/L	---	---	---
												++
									g/T	216,4	192,9	-23,5
Hoch warm	schwach vita- lisie- rend	+13	+16	+3	76	59	-17	+9	%	47,2	50,3	+3,1
												+++
									g/L	18,5	21,0	+2,5
Übergang zu Tief warm	avita- lisie- rend	+10	+21	+11	96	52	-44	-12	g/T	177,5	215,6	+38,1
												+
									g/L	16,4	18,5	+2,1
									%	42,9	46,3	+3,4
												+++
									g/L	192,9	213,5	+20,6
									g/T	192,9	213,5	+20,6
												+
									%	49,0	44,8	-4,2
									g/L	19,2	17,2	-2,0
												++
									g/L	19,2	17,2	-2,0

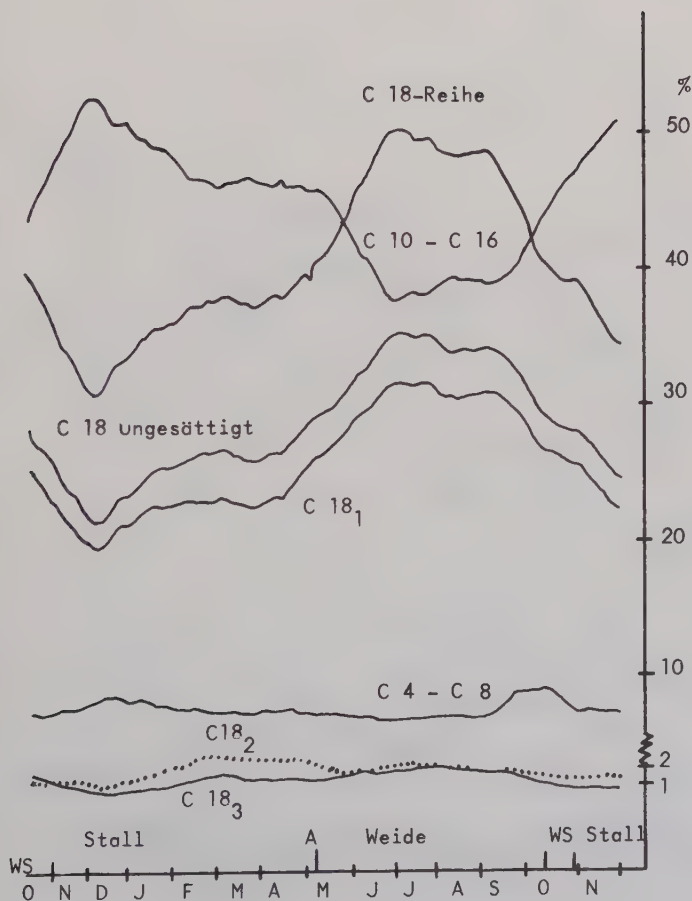


Abb.14: Trendkurven der prozentualen Anteile verschiedener Fettsäuregruppen während der Versuchszeit

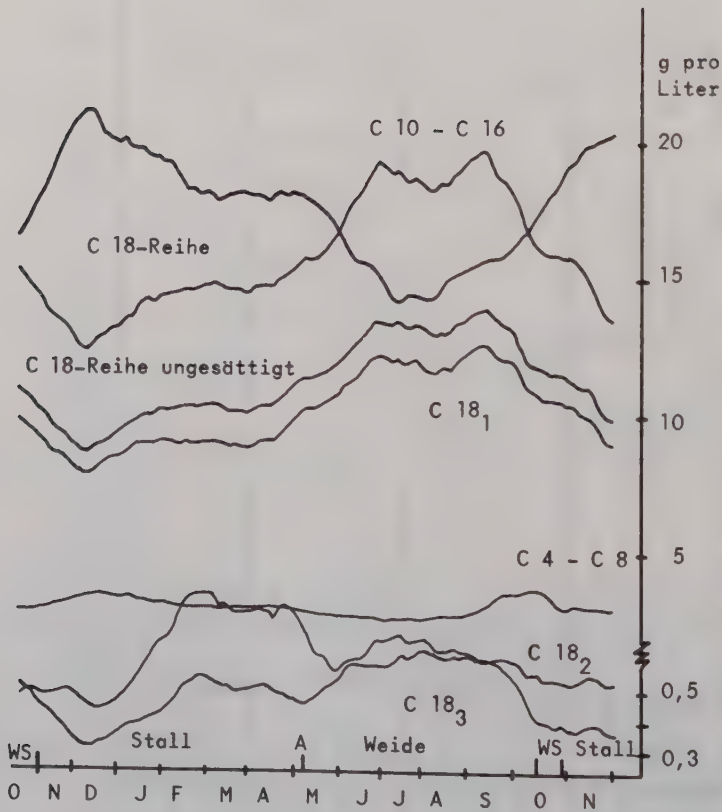


Abb.15: Trendkurven der Litergehalte verschiedener Fettsäuregruppen während der Versuchszeit

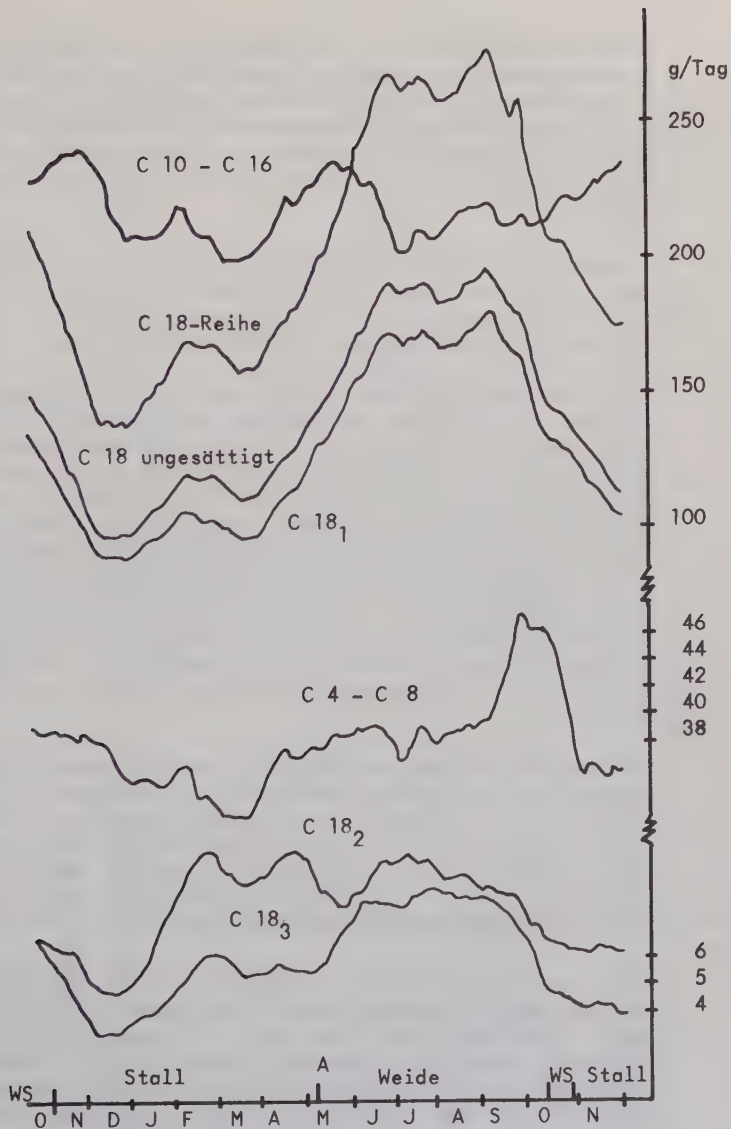


Abb.16: Trendkurven der Tagesleistung verschiedener Fett-säurenguppen während der Versuchszeit

Um so erstaunlicher ist die Tatsache, daß die Gesamtheit der Fettsäuren der C 18-Reihe als auch die Summe der ungesättigten Fettsäuren der C 18-Reihe auf die kurzfristige Änderung der klimatischen Faktoren Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit und auf die einzelnen Wettertypen mit einer gleichsinnigen Veränderung reagieren wie die Summe der mittelkettigen Fettsäuren.

Verändert sich die Lufttemperatur in Richtung auf die Indifferenzzone, so steigen sowohl die prozentualen Werte als auch die Kennzahlen der Literleistung und der Tagesleistung an, wie es aus der oberen Hälfte der Tabelle 18 ersichtlich wird.

Eine Ausnahme bilden wieder, wie auch bei den mittelkettigen Fettsäuren, die Proben bei starkem Temperaturanstieg nach schärferem Frost, wo ebenfalls die hochsignifikante Verringerung des Fettgehaltes wirksam wird. Die umgekehrte Wirkung wird beobachtet, wenn, wie in der unteren Tabellenhälfte ersichtlich, die Lufttemperatur sich vom Behaglichkeitsbereich entfernt. Bei einigen Proben ist der umgekehrte Effekt deshalb zu beobachten, weil durch eine signifikante, temperaturbedingte Zellzahlerhöhung ($t = 2,61^{+}$) eine hochsignifikante ($t = 4,38^{+++}$) Fettgehaltserhöhung um + 0,38 % bewirkt wird. Bei der Summe der ungesättigten Fettsäuren ist außerdem eine hochsignifikante ($t = 6,63^{+++}$) Zunahme des prozentualen Anteils um 2,70 % festzustellen.

Wie der oberste Teil der Tabelle 19 zeigt, bewirkt eine Bewegung des prozentualen Luftfeuchtigkeitsgehaltes auf das physiologische Optimum zu einen Anstieg sowohl der prozentualen als auch der auf Liter und Tagesleistung bezogenen Werte. Analog wirkt sich eine Entfernung von dieser Zone in einer Abnahme der Kennwerte aus, wofür insbesondere die Proben des unteren Drittels hier angeführt seien.

Auch die Wirkung der Wettertypen verläuft bei den Summen sowohl der gesamten Fettsäuren als auch der ungesättigten Fettsäuren der C 18-Reihe bei den einzelnen Wettertypen in gleicher Richtung wie bei der Summe der mittelkettigen Fettsäuren. So haben die leistungsdepressiven Wetterlagen der Übergänge zu Hoch und Tief und am Ende eines Hochs eine Senkung der Werte bei allen Betrachtungsweisen sowohl der gesamten Fettsäurensumme als auch der Summe der ungesättigten Fettsäuren der C 18-Reihe zur Folge, wie aus der Tabelle 20 zu entnehmen ist.

Die leistungssteigernden Hochdruck-, Tiefdruckgebiete sowie die Occlusionswetterlage bewirken eine Erhöhung der Werte. Die Veränderungen durch Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit und Wettertypen bestätigen die Annahme von

Tab. 18 Einfluß der Lufttemperatur auf die Fettsäuren der C 18-Reihe.

Änderungs- richtung der Luft- temperatur	Luft- temperatur °C			Einheit	C 18 Reihe						C 18 Ungestättigt					
	vor	nach	Diff.		Vor	nach	Diff.	t-Test	vor	nach	Diff.	t-Test				
zum Optimum fallend	+19	+8	-11	%	38,0	41,2	+3,2	++	5,20	---	---	---	---			
				g/Liter	13,7	15,8	+2,1	++	4,55	---	---	---	---			
				g/Tog	---	---	---	---	---	---	---	---	---			
zum Optimum steigend	-10	+0	+10	%	---	---	---	---	---	---	---	---	---			
				g/Liter	16,1	12,5	-3,6	+++	7,13	11,3	9,0	-2,3	6,36	+++		
				g/Tog	157,3	113,6	-43,7	+++	6,50	110,4	81,7	-28,7	5,94	+++		
				%	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
				g/Liter	13,0	15,3	+2,3	++	2,76	---	---	---	---	---		
vom Optimum fallend	-1	-10	-9	%	---	---	---	---	---	23,9	26,6	+2,7	+++	6,63		
				g/Liter	12,9	16,1	+3,2	+++	7,84	9,2	11,3	+2,1	8,03	+++		
				g/Tog	133,6	157,3	+23,7	+	2,30	95,3	110,4	+15,1	+	2,26	+	
				%	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
				g/Liter	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
vom Optimum steigend	+17	+24	+7	%	---	---	---	---	---	28,6	24,5	-4,1	+++	6,30		
				g/Liter	---	---	---	---	---	13,0	11,3	-1,7	+	2,21	+	
				g/Tog	248,9	206,4	-42,5	+++	4,88	176,9	143,6	-33,3	+++	4,86	+++	

Tab. 19 Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Fettsäuren der C 18 Reihe.

Änderungs- richtung der Luft- feuchtigkeit	Luft- feuchtigkeit %		Einheit	C 18				C 18 Ungesättigt			
	vor	nach		vor	nach	Diff.	t-Test	vor	nach	Diff.	t-Test
zum Optimum steigend	45	65	%	36,6	39,7	+3,1	+++	---	---	---	---
				17,2	20,8	+3,6	+++	11,9	14,6	+2,7	+++
				167,8	208,9	+41,1	+++	116,0	146,6	+30,6	+++
vom Optimum fallend	77	59	%	40,8	37,1	-3,7	+++	34,4	30,7	-3,7	+++
				17,8	15,5	-2,3	+++	15,0	12,7	-2,3	+
				290,6	241,3	-49,3	+++	244,9	197,7	-47,2	+++
vom Optimum steigend	88	94	%	40,0	35,7	-4,3	++	29,1	25,4	-3,7	+
				16,2	14,0	-2,2	+	---	---	---	---
				198,8	158,3	-40,5	++	144,5	112,6	-31,9	+

Tab. 20a Einfluß verschiedener Wettertypen auf die Fettsäuren der C 18 Reihe.

Wetter- typ	Reiz- wir- kung	Luft- temperatur °C			Luft- feuchte %			Luftdruck mm Hg			Einheit	C 18 Reihe					C 18 Ungesättigt				
		vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.		vor	nach	Diff.	t-Test	vor	nach	Diff.	t-Test		
Übergang zu Hoch kalt	avita- lisie- rend	+15	+8	-7	79	81	+2	718	727	+9	%	39,5	34,5	-5,0	6,67	+++	28,5	24,3	-4,2	5,37	+++
											g/Liter	16,6	14,4	-2,2	4,85	+++	11,9	10,1	-1,8	5,64	+++
											g/Tag	194,9	178,6	-16,3	5,05	+++	139,7	125,3	-14,4	5,29	+++
Hoch kalt	schwach vitali- sierend	-1	-10	-9	93	85	-8	715	727	+12	%	---	---	---	---	---	23,85	26,55	+2,70	6,63	+++
											g/Liter	13,0	16,1	+3,1	7,84	+++	9,2	11,3	+2,1	8,03	+++
											g/Tag	133,6	157,3	+23,7	2,30	+	94,5	110,1	+15,6	2,26	+
Hoch warm	schwach vitali- sierend	+17	+21	+4	64	58	-6	720	725	+5	%	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
											g/Liter	16,3	19,0	+2,7	6,66	+++	11,6	13,5	+1,9	5,72	+++
											g/Tag	228,3	294,6	+66,3	4,27	+++	162,1	209,6	+47,5	4,24	+++
Hoch- ende kalt	avita- lisie- rend	+18	+14	-4	70	56	-14	727	731	+4	%	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
											g/Liter	16,1	12,5	-3,6	7,13	+++	11,3	9,0	-2,3	6,36	+++
											g/Tag	219,0	179,2	-39,8	4,74	+++	153,7	129,0	-24,7	5,07	+++

Tab. 20 b Einfluß verschiedener Wittertypen auf die Fettsäuren der C 18 Reihe.

Wetter- typ	Reiz- wir- kung	Luft- temperatur o C		Luft- feuchte %		Luftdruck mm Hg		Feinheit	C 18 Reihe				C 18 Ungesättigt			
		vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.		vor	nach	Diff.	t-Test	vor	nach	Diff.	t-Test
Übergang zu Tief kalt	avita- lisie- rend	+13	+21	+8	85	73	-12		---	---	---	---	28,6	24,5	-4,1	+++ 6,30
							-3	%	21,7	16,8	5,9	4,46	---	---	---	---
Tief kalt	vita- lisie- rend	+6	+1	-5	64	85	+21		---	---	---	---	158,8	117,4	-41,4	+++ 3,94
							-17	%	34,7	37,1	+2,4	2,78	---	---	---	---
Tief warm	vita- lisie- rend							g/L	12,5	14,6	+2,1	4,06	---	---	---	---
								g/T	140,9	177,9	+37,0	5,16	100,1	127,9	+27,8	+++ 3,98
	vita- lisie- rend	+4	+11	+7	58	73	+15		36,6	39,7	+3,1	4,05	---	---	---	---
							-9	%	13,1	15,3	+2,2	2,78	---	---	---	---
ccu- lusion	vita- lisie- rend	+7	+3	-4	94	70	-24		153,5	189,4	+35,9	5,79	108,5	134,3	+25,7	+++ 4,78
							-1	%	---	---	---	---	---	---	---	---
								g/L	13,8	15,8	+2,0	6,37	---	---	---	---
								g/T	---	---	---	---	---	---	---	---

RENNER und Mitarb. (61), daß die Stearinsäure sich weitgehend wie die Ölsäure verhält, was ebenfalls klar aus den Abb. 14, 15 und 16 hervorgeht.

Abschließend muß festgestellt werden, daß bei gleichzeitigen Veränderungen innerhalb der Gruppe sowohl der mittel- als auch der langkettigen Fettsäuren die konträre Wechselwirkung dieser beiden Gruppen sichtbar wird, wobei hinsichtlich einer bevorzugten Reizempfindlichkeit einer dieser beiden Gruppen keine eindeutige Feststellung getroffen werden kann.

Zu 4

Bei Aufteilung der Summe der ungesättigten Fettsäuren der C 18-Reihe nach Anteilen der Öl-, Linol- und Linolensäure ist generell bei Veränderungen der Lufttemperatur (Tab. 21), der relativen Luftfeuchte (Tab. 22) und der Wassertypen (Tab. 23) eine gleiche Reizbeantwortung wie bei der Gesamtheit der ungesättigten Fettsäuren zu beobachten.

Die abweichenden Ergebnisse bei der Wetterlage "Tief warm" im Frühjahr für die Linol- und Linolensäure sind wohl auf die hoch signifikante ($t = 6,59^{+++}$) Zunahme des Zellgehaltes um 236.000 Zellen/ml zurückzuführen, wofür auch die Ergebnisse in Tab. 24 sprechen.

Die festgestellten Veränderungen der einzelnen Fettsäuregruppen als Folge von belastenden und stimulierenden klimatischen Einflüssen können folgendermaßen zusammengefaßt werden:

Klimatische Streßsituationen wirken sich auf das Fettsäurespektrum in einer Erhöhung des prozentualen Anteiles der kurzkettigen Fettsäuren und einer Verminderung des Anteiles an mittel- und langkettigen Fettsäuren aus. Da, wie in den vorangegangenen Kapiteln dargestellt, die Höhe des Fettgehaltes und auch der Milchleistung im allgemeinen ebenso reagieren, wird dieser Effekt ebenfalls bei der Liter- und Tagesleistung sichtbar. Wie SMIDT (71) darlegt, beeinflussen klimatische Faktoren über vegetative Zentren die Futter- und Wasseraufnahme, weiterhin über das autonome Nervensystem in Wechselwirkung das endokrine System, wodurch die Funktion der Organe den veränderten Umweltverhältnissen angepaßt wird. Dabei kommt den Hypophysenhormonen hinsichtlich der Steuerung innersekretorischer Drüsen eine besondere Bedeutung zu, da die Ausschüttung der Hypophysenhormone stark durch die Umweltbedingungen beeinflusst wird. Veränderungen des Fettsäurespektrums der Milch können daher von der unterschiedlichen Verweildauer des Futters und

Tab. 2? Einfluß der Lufttemperatur auf die Öl-, Linol- und Linolensäure.

Änderungs- richtung der Luft- temperatur	Luft- temperatur °C		Einheit	C 18 ₁						C 18 ₂						C 18 ₃			
	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	t-Test	vor	nach	Diff.	t-Test	vor	nach	Diff.	t-Test	vor	nach	Diff.	t-Test
zum Optimum sinkend	+20	+12	-8	%	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
					8,8	9,9	+1,1	4,02	+++	0,4	0,6	+0,2	3,15	++	0,37	0,64	+0,27	3,30	++
					---	---	---	---	---	7,1	9,1	+2,0	4,54	+++	6,6	9,7	+3,1	4,63	+++
zum Optimum steigend	-3	+4	+7	%	---	---	---	---	---	2,3	2,9	+0,6	9,20	---	---	---	---	---	---
					8,3	9,7	+1,4	2,94	++	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
					92,9	113,1	-20,2	4,29	+++	9,9	12,4	+2,5	2,59	+	6,5	8,4	+1,9	2,23	+
vom Optimum steigend	+17	+24	+7	%	24,9	21,7	-3,2	5,55	++	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
					11,8	10,2	-1,6	2,24	+	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
					157,3	127,2	-30,1	4,54	+++	5,9	7,6	+1,7	3,31	++	---	---	---	---	---
vom Optimum sinkend	+2	-2	-4	%	---	---	---	---	---	2,8	2,1	-0,7	4,57	+++	1,9	1,3	-0,6	4,03	+++
					---	---	---	---	---	0,98	0,73	-0,25	4,82	+++	0,66	0,45	-0,21	3,83	+++
					---	---	---	---	---	10,9	8,5	-2,4	4,23	+++	7,3	5,2	-2,1	3,44	++

Tab. 22 Einfluß der relativen Luftfeuchtigkeit auf die Oel-, Linol- und Linolensäure

Änderungs- richtung	Luft- feuchtigkeit %			Einheit	C 18 ₁					C 18 ₂					C 18 ₃				
	vor	nach	Diff.		vor	nach	Diff.	t-Test	vor	nach	Diff.	t-Test	vor	nach	Diff.	t-Test			
zum Optimum steigend	45	68	+23	%	22,17	24,78	+2,61	+++ 4,45	0,81	1,32	+0,51	++ 3,43	1,32	1,56	+0,24	+++ 4,84			
				g/L	8,68	10,10	+1,46	+++ 7,62	0,33	0,56	+0,23	++ 3,40	0,48	0,65	+0,17	+++ 5,24			
				g/T	101,7	128,3	+26,6	4,66	---	---	---	---	5,7	8,3	+2,6	6,42			
vom Optimum sinkend	78	59	-19	%	31,19	27,94	-3,25	+++ 4,42	1,98	1,62	-0,36	+ 2,30	1,33	0,83	-0,50	+++ 6,16			
				g/L	13,52	11,96	-1,56	+++ 4,75	0,78	0,61	-0,17	+ 2,35	0,54	0,30	-0,24	+++ 6,11			
				g/T	156,6	131,8	-24,8	5,83	---	---	---	---	6,3	3,3	-3,0	+++ 6,87			
vom Optimum steigend	85	94	+9	%	---	---	---	---	---	---	---	++ 4,17	---	---	---	---			
				g/L	---	---	---	---	0,53	0,34,	-0,19	++ 4,17	---	---	---	---			
				g/T	133,2	102,0	-31,2	+ 2,96	6,2	4,6	-1,6	++ 3,22	---	---	---	---			

Tab. 23 a Einfluß verschiedener Wittertypen auf die Oel-, Linol- und Linolensäure

Wetter- typ	Reiz- wir- kung	Luft- temperatur °C			Luft- feuchte %			Luft- druck mm Hg		
		vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.
Übergang- zu Hoch kalt	avita- lisie- rend	+13	+7	-6	73	75	+2	720	729	+9
Übergang zu Hoch warm	avita- lisie- rend	+2	+6	+4	55	60	+5	717	724	+7
Hoch kalt	schwach vitali- sierend	-1	-10	-9	93	85	-8	715	727	+12
Hoch warm	schwach vitali- sierend	+10	+13	+3	85	63	-22	725	730	+5
Hoch- ende	avita- lisie- rend	-12	+0	+12	85	74	-11	730	733	+3
Übergang zu Tief	avita- lisie- rend	+3	+11	+8	91	85	-6	731	726	-5

Einheit	C 18 ₁				C 18 ₂				C 18 ₃			
	vor	nach	Diff.	t-Test	vor	nach	Diff.	t-Test	vor	nach	Diff.	t-Test
%	25,15	21,08	-4,07	+++ 7,44	2,82	2,12	-0,70	+++ 4,57	1,97	1,35	-0,62	+++ 4,03
g/L	11,93	10,20	-1,73	+ 2,54	1,12	0,86	-0,26	+++ 4,49	0,79	0,55	-0,24	+++ 3,83
g/T	114,2	92,3	-21,9	+++ 4,19	10,7	7,8	-2,9	+++ 3,51	7,6	5,0	-2,6	++ 3,44
%	---	---	---	---	---	---	---	---	1,62	2,28	+0,76	++ 3,75
g/L	---	---	---	---	0,93	1,14	+0,21	++ 3,42	0,65	0,90	+0,25	++ 3,56
g/T	---	---	---	---	---	---	---	---	7,0	9,8	+2,8	+ 2,77
%	21,70	24,30	+2,60	+++ 6,58	1,08	1,31	+0,23	++ 2,98	---	---	---	---
g/L	8,36	10,32	+1,96	+++ 7,65	---	---	---	---	---	---	---	---
g/T	85,6	100,6	+15,0	+ 2,33	---	---	---	---	---	---	---	---
%	---	---	---	---	1,25	1,68	+0,43	+++ 5,29	1,58	1,98	+0,40	+ 2,63
g/L	10,4	12,3	+1,9	+++ 4,33	0,36	0,59	+0,23	++ 2,96	0,45	0,65	+0,20	+++ 6,42
g/T	134,0	170,2	+36,2	+++ 4,03	4,6	8,2	+3,6	+++ 4,79	5,8	9,0	+3,2	+++ 5,40
%	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
g/L	10,32	8,09	-2,23	+++ 7,15	---	---	---	---	---	---	---	---
g/T	100,6	73,4	-27,2	+++ 6,27	---	---	---	---	---	---	---	---
%	24,95	21,68	-3,27	+++ 5,55	---	---	---	---	---	---	---	---
g/L	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
g/T	139,3	102,1	-37,2	++ 2,87	---	---	---	---	4,6	2,8	-1,8	+++ 4,93

Tab. 23 b Einfluß verschiedener Wittertypen auf die Oel-, Linol- und Linolensäure

Wetter- typ	Reiz- wir- kung	Luft- temperatur °C			Luftfeuchte %			Luftdruck mm Hg		
		vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.
Tief kalt	vita- lisie- rend	+0	-2	-2	74	90	+16	733	716	-17
Tief warm	vita- lisie- rend	+10	+17	+7	46	65	+19	735	727	-8
Tief warm (Zell- gehalt ansteig.)	vita- lisie- rend	+18	+27	+9	41	68	+27	735	721	-14
Occlusion	vita- lisie- rend	+7	+3	-4	94	70	-24	726	725	-1

[illegible]

dadurch bedingt von einer unterschiedlichen Verdauungsintensität abhängen, wobei diese zusätzlich noch über die Menge der ausgeschütteten Verdauungssekrete beeinflusst werden kann. Weiterhin kann von der Verweildauer des Futters im Verdauungstrakt und hier insbesondere in den Vormägen die bakterielle Verdauung und Synthese durch unterschiedliche Keimzahlgehalte und pH-Werte beeinflusst werden. Außerdem ist eine durch klimatische Faktoren bedingte unterschiedliche Absorptionsintensität in Pansen und Dünndarm denkbar. Diese Möglichkeiten unterschiedlicher Bausteinanteile beeinflusst wiederum die Synthese des Milchfettes im Euter, wobei neben der unterschiedlichen Herkunft der einzelnen Bausteine aus der Nahrung, der mikrobiellen Tätigkeit nach ORTH und KAUFMANN (52) und dem Depotfett das konträre Verhalten der kurzkettigen zu den mittel- und langkettigen Fettsäuren einen Einfluß der für die Fettsynthese benötigten Energiemengen vermuten läßt, da zur Bildung längerkettiger Fettsäuren mehr Energie benötigt wird als zur Synthese kurzkettiger Fettsäuren.

Den Verlauf der Trendkurve der prozentualen Anteile der Fettsäuren während der Versuchsdauer zeigt Abb. 14. Geringe Veränderungen zeigen die Kurven der Fettsäurenggruppe C 4 - C 8 und der Linol- und Linolensäure. Die Gruppe C 4 - C 8 zeigt im ersten Herbst einen leichten Anstieg und fällt dann allmählich bis zum Sommerende ab, um bis Mitte Oktober relativ stark anzusteigen. Danach fällt sie wieder auf das normale Niveau von etwa 7,5 % zurück. Der Anteil der Linolensäure steigt von Mitte Dezember bis Mitte Februar, bleibt bis Anfang April etwa in gleicher Höhe, sinkt dann bis Ende Mai stetig ab und nimmt bis Anfang Juli wieder zu, um dann langsam abzufallen. Der prozentuale Gehalt der Linolensäure verringert sich bis Anfang Dezember, steigt dann bis Ende Juli langsam an, um danach abzusinken.

Die Werte der mittelkettigen Fettsäuren steigen bis Anfang Dezember, sinken dann bis Ende Februar, um bis zum Austrieb etwa auf gleicher Höhe zu bleiben. Danach ist bis Anfang Juli ein weiterer Abfall zu beobachten. Bis Ende September ist nur ein leichter Anstieg festzustellen, der sich in verstärkter Weise bis zum Versuchsende im November fortsetzt. Die Kurven der gesamten C 18-Reihe, sowie der ungesättigten Fettsäuren der C 18-Reihe und der Ölsäure verlaufen spiegelbildlich zur Kurve der mittelkettigen Fettsäuren. Bei den kurzkettigen, den mittelkettigen und der Summe der C 18-Reihe sowie der Summe der ungesättigten Fettsäuren der C 18-Reihe und bei der Ölsäure ist ein gleicher Verlauf des Litergehaltes (Abb. 15) festzustellen. Der Linolensäurelitergehalt

zeigt nach einem Absinken von Mitte November bis Mitte Dezember einen starken Anstieg zu maximaler Höhe bis Ende Februar, bleibt bis Ende April etwa auf gleicher Höhe und verringert sich dann bis Anfang Juni stetig. Es folgt eine Zunahme bis Mitte Juli, dann mindern sich die Litergehalte der Linolsäure stetig. Die Linolensäure zeigt in abgeschwächter Weise einen ähnlichen Verlauf wie die Ölsäure. Wie aus der Abbildung 16 ersichtlich, zeigen die Trendkurven der Tagesleistungen der einzelnen Fettsäuren und Fettsäuregruppen, daß durch den Einfluß der Milchleistung die oben aufgezeigten Veränderungen der einzelnen Kurven der C 18-Reihe, C 18-Reihe ungesättigt, der Ölsäure und auch der Gruppe der kurzkettigen Fettsäuren noch deutlicher sichtbar werden. Bei der Gruppe der mittelkettigen Fettsäuren wirkt sich die Milchleistung kompensierend aus, so daß die bei der prozentualen- und literbezogenen Betrachtungsweise sichtbare Schwankungsbreite von etwa 30 % derart auf 10 % gemindert wird.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit konnte auch die Frage untersucht werden, in wie weit der Zellgehalt als physiologisches Merkmal für Streßbelastungen einen Einfluß auf das Fettsäurespektrum hat, nachdem RENNERT und Mitarb. (61) haltungsbedingte Verschiebungen der Fettsäurenanteile beobachten konnten.

In der Tabelle 24 sind die Korrelationsquotienten zwischen den Zellgehalt- und Fettsäuregruppen dargestellt. Dabei wurden einmal die Einzelwerte der Zellgehalte und der Fettsäuregruppenwerte auf eine Beziehung untersucht, zum anderen wurden die Durchschnittswerte der Probenahmen auf einen Zusammenhang hin geprüft. Weiterhin wurden sowohl die prozentualen Fettsäuregruppengehalte als auch die Literleistung und die Tagesleistung der einzelnen Fettsäuregruppen den Zellgehalten gegenüber gestellt. Ferner wurde das Zahlenmaterial nach Jahreszeiten untergliedert.

Die Durchschnittswerte der prozentualen Anteile der Fettsäuresummen zeigen im ersten Herbst enge Beziehungen zwischen dem Zellgehalt und den einzelnen Fettsäuregruppen auf. Dabei korreliert die Zellzahl mit den kurzkettigen Fettsäuren hochsignifikant negativ, ebenfalls ist die Beziehung zu den mittelkettigen Fettsäuren gesichert negativ. Mit den Fettsäuren der C 18-Reihe besteht ein positives Korrelationsverhältnis, wobei die gesamte C 18-Reihe eine hochsignifikante, engere Beziehung als die Summe der ungesättigten Fettsäuren der C 18-Reihe zeigt. Bei den Einzelwerten wird die bei den Durchschnittswerten bestehende Beziehung derart abgeschwächt, daß die Signifikanz

Tab. 24 Korrelationen zwischen Zellgehalt und Fettsäuregruppen

%	Einzelwerte					Durchschnittswerte				
	Herbst 1	Winter	Frühjahr	Sommer	Herbst 2	Herbst 1	Winter	Frühjahr	Sommer	Herbst 2
FE 4-8	-	-	-	-	-	+++ -0,721	-	-	-	-
EC 10-16	+	-	-	-	-	++ -0,644	-	-	-	-
C 18 Reihe	-	-	-	-	-	+++ +0,628	-	-	-	-
C 18 Reihe ungesätt.	++ +0,160	++ +0,124	-	-	-	++ +0,583	-	-	-	-
mg/Liter	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EC 4-8	+++ -0,216	++ -0,117	-	-	-	++ -0,614	-	-	-	-
EC 10-16	+++ -0,271	+++ -0,211	++ +0,109	-	-	++ -0,543	-	++ +0,608	-	-
C 18 Reihe	-	-	-	-	-	+++ +0,633	-	-	-	-
C 18 Reihe ungesätt.	-	-	-	-	-	++ +0,571	-	-	-	-
g/Tag	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EC 4-8	++ -0,143	-	-	-	++ -0,115	-	-	-	-	-
EC 10-16	+++ -0,226	++ -0,120	-	-	++ -0,165	-	-	-	-	-
C 18 Reihe	-	-	-	-	-	++ +0,662	-	++ -0,452	-	-
C 18 Reihe ungesätt.	-	-	-	-	-	++ +0,631	-	++ -0,480	-	-

absinkt und bei den kurzkettigen und der Gesamtsumme der langkettigen Fettsäuren keine statistische Sicherung mehr zu erbringen ist, weil wohl die individuellen Werte der Fettsäuren einer zu großen Streuung durch andere Faktoren unterworfen sind.

Bei den Litergehalten zeigen die einzelnen Fettsäuregruppen gleichgerichtete Beziehungen zum Zellgehalt mit Ausnahme der Frühjahrswerte. Dabei werden die Beziehungen der Durchschnittswerte im Herbst durch den Einfluß des Fettgehaltes allgemein abgeschwächt. Während bei den Einzelwerten im Herbst und Winter der Fettgehalt für die kurz- und mittelkettigen Fettsäuren eine Erhöhung der Signifikanz bringt, wirkt er offenbar den prozentualen Veränderungen der langkettigen Fettsäuren entgegen. Das Umschlagen der Beziehung von negativ auf positiv bei den mittelkettigen Fettsäuren im Frühjahr könnte unter Umständen durch ein Ansteigen des Fettgehaltes, bedingt durch chronische Sekretionsstörungen, verursacht sein, wie TEUTE (78) es beobachtet hat. Hierfür spricht der zu diesem Zeitpunkt aufgetretene Einstreumangel.

Die Milchleistung zeigt dem Fettgehalt gegenüber eine kompensierende Wirkung, wodurch die Beziehung zum Zellgehalt bei den Einzelwerten der Fettsäuregruppen in der Tagesleistung wieder schwächer gestaltet wird. Bei den langkettigen Fettsäuren wirkt die Milchleistung umgekehrt signifikanzerhöhend.

Das unterschiedliche Vorkommen der gesicherten Beziehungen zu den einzelnen Jahreszeiten wird wohl durch die Häufigkeit der Streßsituationen bestimmt, wodurch die Zusammenhänge erst sichtbar werden.

2.5. Klimatische Einflüsse auf den prozentualen Eiweißgehalt und die Eiweißtagesleistung.

Wegen der dem Milchfett bisher nachgeordneten wirtschaftlichen Bedeutung des Milcheiweißes sind nur wenige Angaben über die Beeinflussung des prozentualen Eiweißgehaltes durch klimatische Faktoren in der Literatur zu finden. So erwähnen KIERMEIER und Mitarb. (36), daß steigende Temperaturen einen Rückgang im Eiweißgehalt verursachen, wobei dieser Effekt erst bei Temperaturen über 15° C deutlicher wirksam wird. In einer weiteren Arbeit fanden KIERMEIER und RENNER (32) folgende Auswirkung hoher Umgebungstemperaturen auf den Eiweißgehalt:

	<u>Eiweiß %</u>
vor Hitzeperiode	3,56 %
in Hitzeperiode	3,04 %
nach Hitzeperiode	3,35 %

In einer weiteren Untersuchung führt RENNER (58) die jahreszeitlichen Schwankungen neben Unterschieden in der Fütterung, des Laktationsstadiums und der Milchleistung auf die jahreszeitlichen Umgebungstemperaturen zurück. KIERMEIER und Mitarb. (30) fanden bei neueren Untersuchungen an Zebu-Azawak-Rindern in der Trockenzeit bei verringerter Milchleistung einen gesicherten Einfluß auf den Eiweißgehalt, wobei gegenüber der futterreichen Regenzeit eine erhöhte Temperatur festzustellen war.

Wie die eigenen Untersuchungen zeigen, sind beim prozentualen Eiweißgehalt nur geringe tägliche Veränderungen zu beobachten. Dies bestätigt Untersuchungen von SENFT (66), der gleiche Beobachtungen machte und für Änderungen der Fütterungs- und Haltungsbedingungen im Herbst und Frühjahr keine statistisch gesicherten Unterschiede finden konnte. Auch ROUSSEL und BEATTY (63) konnten in den Sommermonaten keine klimatischen Auswirkungen auf den Eiweißgehalt feststellen. Aus diesem Grunde wohl konnten nur wenige gesicherte Differenzen beim prozentualen Eiweißgehalt und bei der Eiweißleistung gefunden werden, die von klimatischen Einflüssen hergeleitet werden können.

Tab. 25 Einfluß der Temperatur auf den Eiweißgehalt

Änderungsrichtung der Lufttemperatur	Temperatur °C			Eiweißgehalt %			t-Test
	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	
zum Optimum aufsteigend	-1	+4	+5	3,27	3,57	+0,30	+++ 6,00
zum Optimum absinkend	+20	+10	-10	3,15	3,32	+0,17	+++ 7,39

Den Einfluß der Temperatur auf den prozentualen Eiweißgehalt zeigt Tabelle 25, wobei aus den angeführten Temperaturen und -differenzen hervorgeht, daß auch der Eiweißgehalt von der thermischen Indifferenzzone (0° C - 16° C) abhängig ist. In allen Fällen ist die Temperaturänderung auf den Behaglichkeitsbereich gerichtet und hat eine Erhöhung des prozentualen Eiweißgehaltes zur Folge.

Tab. 26 Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf den Eiweißgehalt

Änderungs- richtung der Luft- feuchtigkeit	Luftfeuchte %			Eiweiß- gehalt %			t-Test
	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	
vom Optimum absinkend	80	70	-10	3,41	3,17	-0,24	+++ 5,97
zum Optimum aufsteigend	56	86	+30	3,19	3,44	+0,25	+++ 5,70

Wie aus Tabelle 26 ersichtlich wird, reagiert der prozentuale Eiweißgehalt ebenso auf Änderungen der prozentualen Luftfeuchte, wobei die Richtung der Änderung in Bezug auf die Indifferenzzone von Bedeutung ist. Fällt die Luftfeuchtigkeit vom optimalen Bereich ab, so sinkt der Eiweißgehalt, während umgekehrt das Erreichen des Indifferenzbereiches einen Anstieg des Eiweißgehaltes bewirkt.

Auch die Wittertypen zeigen die Folgen einer hemmenden oder stimulierenden Reizauswirkung auf den Eiweißgehalt. Die hemmende Übergangslage zu Hoch bewirkt eine Senkung des Eiweißgehaltes, während die stimulierenden Hoch- und Tief-lagen eine Erhöhung des Eiweißgehaltes zur Folge haben. (Tab. 27) Alle Veränderungen durch Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Wittertypen sind hochsignifikant.

Das Eiweiß der Milch kann auf mehreren Wegen durch das Tier synthetisiert werden, z.B. aus den Aminosäuren des Futters, aus dem Bakterien- und Infusorieneiweiß, worüber eine Nutzung von anorganischem Stickstoff ermöglicht wird und über die Umwandlung von Fettsäuren, besonders der Buttersäure, in nicht essentielle Aminosäuren. Entscheidend für den Nutzungsgrad der Eiweißsynthese ist ORTH (50) zufolge der Energiegehalt der Ration.

Als Folge klimatischer Einflüsse sind Einwirkungen auf die verschiedenen Abbau- und Aufbauprozesse denkbar wie ver-

Tab. 27 Einfluß der Wettertypen auf den Eiweißgehalt

Wetter- typ	Reiz- wirkung	Lufttemperatur °C			Luftfeuchte %			Luftdruck mm Hg			Eiweißgehalt %			t-Test
		vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	
Übergang zu Hoch	avitali- sierend	+2	+6	+4	55	60	+5	717	724	+7	3,48	3,23	-0,25	+++ 4,45
Hoch	schwach vitali- sierend	+7	+8	-1	93	68	-25	727	732	+5	3,18	3,33	+0,15	+++ 5,94
Tief	vitali- sierend	+9	+5	-4	56	86	+30	727	715	-12	3,19	3,44	+0,25	+++ 5,70

änderte Verweildauer des Futters im Verdauungstrakt, veränderte pH-Werte und unterschiedliche Ausschüttungsmengen an Verdauungsssekreten. Wird der Energiebedarf zur Kompensation klimatischer Einflüsse der Umsetzungsenergie entnommen, so muß zwangsweise die Syntheseleistung absinken und mit ihr auch der Eiweißgehalt.

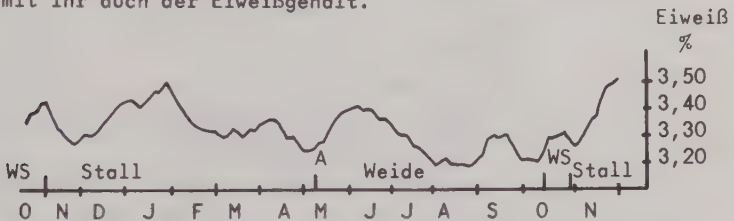


Abb. 17: Trendkurve des Eiweißgehaltes während der Versuchszeit

Aus Abbildung 17 wird der Verlauf der Kurve des prozentualen Eiweißgehaltes ersichtlich.

Während der Stall-Weide Periode im ersten und ebenso im zweiten Herbst steigt der Eiweißgehalt an, um dann kurzfristig abzusinken. Von Mitte November bis Anfang Februar ist eine Erhöhung zu beobachten, bis zum Austrieb Anfang Mai sinkt der Eiweißgehalt ab, unterbrochen von einem laktationsbedingten Anstieg im April. Bis Mitte Juni steigt der Eiweißgehalt an, um dann bis Ende August wieder abzusinken. Im September erfolgt nochmal ein kurzfristiger Anstieg. Mit Beginn der Stallhaltung wird der Energieverlust der Tiere durch nächtliche Auskühlungen gemindert, was wohl den Anstieg des Eiweißgehaltes von 3,2 % auf 3,5 % bewirkt.

Die Eiweißleistung, ausgedrückt in Eiweißeinheiten, reagiert bei Veränderungen der Lufttemperatur und der Luftfeuchtigkeit ebenso wie der prozentuale Eiweißgehalt. Auch hier konnten nur wenige gesicherte Veränderungen gefunden werden.

Tab. 28 Einfluß der Temperatur auf die Eiweißeinheiten

Änderungs- richtung der Luft- temperatur	Temperatur °C			Eiweißeinheiten			t-Test
	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	
vom Optimum aufsteigend	15	23	+8	45,8	39,8	-6,0	+++ 4,05

Tab. 30 Einfluß der Wittertypen auf die Eiweißeinheiten

Wetter- typ	Reiz- wirkung	Lufttemperatur °C			Luftfeuchte %			Luftdruck mm Hg			Eiweißeinheiten			t-Test
		vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	
Übergang zu Hoch	avitali- sierend	17	17	+0	60	72	+12	727	735	+8	48,0	43,0	-5,0	+++ 11,85
Übergang zu Tief	avitali- sierend	15	14	-1	80	68	-12	730	716	-14	42,1	36,5	-6,6	+++ 7,23

Aus Tabelle 28 ist eine Abnahme zu erkennen, wenn die Temperatur sich vom Indifferenzbereich entfernt.

Tab. 29 Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Eiweißeinheiten

Änderungs- richtung der Luft- feuchtigkeit	Luftfeuchte %			Eiweißeinheiten			t-Test
	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	
vom Optimum absteigend	85	95	+10	36,5	33,4	-3,1	++ 3,78
vom Optimum absinkend	85	60	-25	47,2	41,4	-5,8	+++ 4,09

Tabelle 29 zeigt Abnahme der Eiweißeinheiten bei Zunahme und Abnahme der prozentualen Luftfeuchtigkeit, woraus ebenfalls auf das Wirksamwerden des Indifferenzbereiches für diesen klimatischen Faktor geschlossen werden kann.

Hinsichtlich des Einflusses von Wittertypen (siehe Tab. 30) konnten nur gesicherte Veränderungen bei den Übergangswetterlagen zu Hoch und Tief ermittelt werden. In allen Fällen zeigen diese Wetterlagen ihren leistungshemmenden Einfluß.

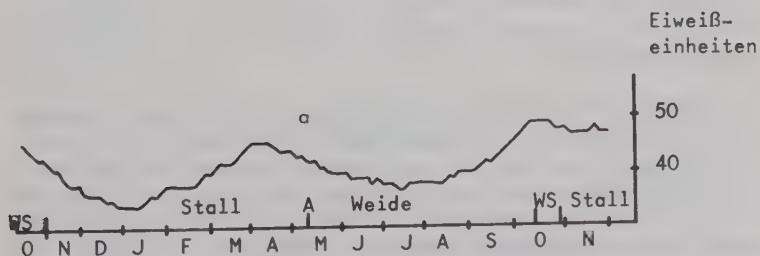


Abb.18: Trendkurve der Eiweißleistung während der Versuchszeit

Den Verlauf der Kurve der Eiweißleistung zeigt Abbildung 18. Vom Versuchsbeginn bis Anfang Januar ist ein Absinken festzustellen, dem ein Anstieg bis Ende März folgt. Bis Ende August sinkt die Kurve darauf leicht ab, um dann bis Anfang Oktober steiler anzusteigen. Bis zum Versuchsende bleibt sie dann in etwa gleicher Höhe. Langfristig gesehen werden die Schwankungen des prozentualen Eiweißgehaltes von der Milchleistung egalisiert, wobei die Kurve der Eiweißleistung durch den Einfluß der Milchleistung in ihrer Schwankungsbreite ausgedehnt wird.

2.6. Klimatische Einflüsse auf den Caseingehalt.

Von den einzelnen Fraktionen des Milcheiweißes haben die des Caseins wirtschaftlich besondere Bedeutung für die Käseproduktion, da der Caseingehalt der Milch die Höhe der Ausbeute bestimmt. Die Caseine stellen auch mengenmäßig mit etwa 80 % den größten Anteil am Gesamteiweiß. Unter normalen Umständen besteht eine enge Beziehung zwischen dem Casein- und Gesamteiweißgehalt der Milch, wie COMBERG und VOIGTLÄNDER (10) feststellten. Diese Beziehung kann jedoch nach Untersuchungen von KIERMEIER und Mitarb. (36) durch verschiedene Einflüsse verengt oder erweitert werden.

Das Casein besteht aus 3 Fraktionen dem α -, β - und γ -Casein, die sich nach Untersuchungen von EAGLES (16) durch ihre Phosphor: Stickstoffverhältnisse und Aminosäuregehalte unterscheiden. ZELTER (90) stellte in seinen Untersuchungen ein mengenmäßiges Verhältnis der einzelnen Fraktionen für α -Casein mit 75 %, für β -Casein mit 20 % und γ -Casein mit etwa 5 % des Gesamtcaseins fest. Anhand intravenöser Injektionen mit radio-markierten Fettsäuren konnte KLEIBER (40) nachweisen, daß die Buttersäure nach Umwandlung in Acetyl insbesondere für die Caseinsynthese verbraucht wird. Die Caseinsynthese findet nach Untersuchungen von HETZEL (24) im Milchdrüsengewebe statt, wobei nach GUTFREUND (19) aktivierte Aminosäuren in das Eiweiß der Mikrosomen eingebaut werden. Wie BARGMANN (2) berichtet, werden dabei im Bereich des Golgiapparates der Zellen Proteingranula gebildet, die durch vorübergehend entstehende Öffnungen den Zelleib verlassen. Wie CHRIST (9), KISZA und SOBINA (39) berichten, sinkt der Caseingehalt der Milch bei Sekretionsstörungen ab.

Der dargelegte kurze Abriss zur Caseinsynthese zeigt, daß Einflüsse aller Art über Veränderungen im Stoffwechselgeschehen die Caseinsynthese beeinflussen können. Bei den vorliegenden Untersuchungen konnten gesicherte Veränderungen im Caseingehalt der Milch durch wechselnde Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsraten sowie Wittertypen festgestellt werden. Hinsichtlich Temperatur und Luftfeuchtigkeit wird durch die Ergebnisse die Bedeutung des Behaglichkeitsbereiches unterstrichen.

Die Proben in Tab. 31 zeigen, daß Temperaturveränderungen zur Indifferenzzone hin eine Erhöhung des Caseingehaltes bewirken, während eine Abnahme des Caseingehaltes bei einer Entfernung vom thermischen Optimum festzustellen ist.

Tab. 31 Einfluß der Temperatur auf den Caseingehalt

Änderungs- richtung	Temperatur °C			Caseingehalt in %			
	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	t-Test
zum Optimum sinkend	+28	+22	-6	2,31	2,49	+0,18	+++ 8,04
vom Optimum sinkend	+4	-1	-5	2,71	2,39	-0,32	++ 4,34
vom Optimum steigend	+10	+21	+11	2,56	2,35	-0,21	+ 2,36

Tab. 32 Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf den Caseingehalt

	Luftfeuchte %			Caseingehalt in %			
	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	t-Test
zum Optimum sinkend	95	85	-10	2,40	2,60	+0,20	+++ 6,37
zum Optimum steigend	37	53	+16	2,31	2,49	+0,18	+++ 8,04
vom Optimum sinkend	87	70	-17	2,62	2,36	-0,26	+++ 5,96

Auch die in Tab. 32 aufgeführten Veränderungen des Caseingehaltes bei gleichzeitigen Differenzen der prozentualen Luftfeuchte in Richtung auf das Optimum (oberer Tabellenteil) und weg vom Optimum (unterer Tabellenteil) zeigen das Vorhandensein einer vom Tier bevorzugten Zone prozentualer Luftfeuchtigkeit an.

Tab. 33 Einfluß von Wittertypen auf den Caseingehalt

Wetter- typ	Reiz- wirkung	Lufttemperatur °C			Luftfeuchte %			Luftdruck mm Hg			Caseingehalt in %			
		vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	t-Test
Übergang zu Hoch	avitali- sierend	+4	-1	-5	82	96	+14	716	731	+15	2,71	2,39	-0,32	++ 4,34
Hoch	schwach vitali- sierend	+10	+10	+0	93	65	-28	721	728	+7	2,53	2,70	+0,17	+++ 4,32
Übergang zu Tief	avitali- sierend	+10	+21	+11	96	52	-44	732	720	-12	2,56	2,35	-0,21	+ 2,36

Die unterschiedlichen Caseingehalte in der Folge verschiedener Wettertypen (siehe Tab. 33) zeigen eine Reizbeantwortung des Tierorganismus durch Erhöhung der Caseingehalte bei der stimulierenden Hochwetterlage. Die den Organismus belastenden Übergangswetterlagen bewirken eine Abnahme des Caseingehaltes.

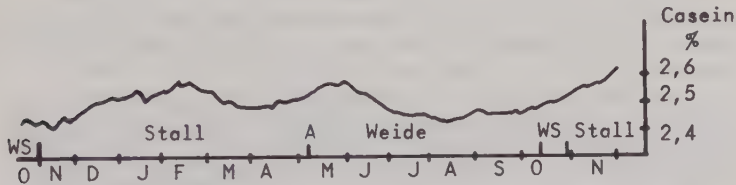


Abb.19: Trendkurve des Caseingehaltes während der Versuchszeit

Die Kurve des Caseingehaltes in Abb. 19 während der Versuchsdauer zeigt nach Beginn der Winterstallhaltung den üblichen Anstieg des Caseingehaltes, der Mitte Januar durch eine Kälte- welle kurzfristig unterbrochen wird. Ab Mitte Februar sinkt der Caseingehalt bis zum Austrieb ab, um dann wieder anzu- steigen. Diese Erhöhung dauert etwa 4 Wochen an, wie es auch von KLOBASA (41) beobachtet wurde. Der Caseingehalt ver- ringert sich anschließend bis etwa Mitte August, um dann lang- sam und mit Beginn der Winterstallhaltung wieder stärker an- zusteigen.

2.7. Klimatische Einflüsse auf den Serumproteingehalt.

Die Entwicklung für Massenuntersuchungen geeigneter elektrophoretischer Verfahrenstechniken haben insbesondere ab Ende der fünfziger Jahre eine intensive Arbeit auf dem Gebiet der serologischen Forschung begünstigt. Das Erkennen der auf hoher Verdaulichkeit begründeten diätetischen Wirkung des Molkeneiweißes sowie die Schutzkörperfunktion einzelner Fraktionen haben eine Vielzahl von Veröffentlichungen zur Folge gehabt. In den Arbeiten von HEESCHEN (22), CHRIST (9), NYZREY (49), KISZA und SOBINA (39) sowie TEUTE (78) wird Übereinstimmend von Erhöhungen des Serumprotein-gehaltes bei Euterstörungen berichtet, wobei der Anteil des Molkeneiweißes bis zum Fünffachen des Normalwertes betragen kann. Dabei können diese Veränderungen sowohl bei infektiösen als auch bei nicht infektiösen Entzündungen des Euters auftreten, wie SHAH und MORSE (69) durch Injektionen mit destilliertem Wasser beweisen konnten. Die meisten festgestellten Veränderungen im Serumproteinanteil sind dabei Folgeerscheinungen von Katharren traumatischer oder infektiöser Art. Einen Hinweis auf temperaturbedingte Einflüsse findet sich in den Untersuchungen von KIERMEIER und Mitarb. (36), die einen Anstieg des Serumproteingehaltes bei steigenden Temperaturen beobachteten.

Tab. 34 Einfluß der Lufttemperatur auf den Serumproteingehalt.

Änderungs- richtung	Lufttemperatur °C			Serumproteingehalt in %			
	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	t-Test
vom Optimum steigend	13	23	+10	0,65	0,70	+0,05	2,23 ⁺
zum Optimum sinkend	29	15	-14	0,68	0,63	-0,05	5,02 ⁺⁺⁺

In den eigenen Untersuchungen konnte die gleiche Feststellung gemacht werden, wie die Ergebnisse aus Tabelle 34 zeigen. Der umgekehrte Effekt an der unteren Grenze des Behaglichkeitsbereiches konnte beim Vergleich aufeinanderfolgender Proben statistisch nicht gesichert werden. Für eine temperatur-optimumbezogene Reaktion sprechen jedoch entgegengesetzte Vorzeichen der Korrelationskoeffizienten für Herbst ($r = -0,871^{++}$) und Frühjahr ($r = +0,591^{++}$) sowie die in Abb. 20 ersichtlichen Gipfel bei sonst in etwa gleichmäßigem

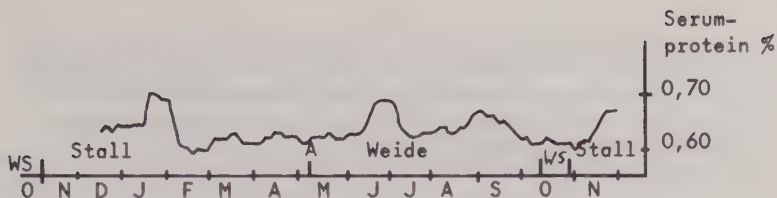


Abb.20: Trendkurve des Serumproteingehaltes während der Versuchszeit

Serumproteingehalt. Von diesen Gipfeln fällt der erste im Januar zeitlich mit einer Kältewelle zusammen, während die Gipfel im Juni/Juli und August/September zeitlich mit Hitze- wellen koordinieren.

Tab. 35 Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf den Serumproteingehalt.

Änderungs- richtung	Luftfeuchte			Serumproteingehalt			
	%			in %			
	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	t-Test
vom Optimum sinkend	83	61	-22	0,59	0,67	+0,08	+++ 5,13

In Tabelle 35 wird bei Absinken der Luftfeuchtigkeit unter den Behaglichkeitsbereich eine Zunahme des Serumproteingehaltes sichtbar. Die Annahme, daß bei Luftfeuchtigkeitsgehaltem über 85 % die Serumproteingehalte ansteigen, bedarf einer Überprüfung in einer Klimakammer.

Wie Tabelle 36 erkennen läßt, bewirken die physiologisch ungünstigen Wetterlagen Hoch und Tief ein Absinken des Serumproteingehaltes. Bei dem Wassertyp Übergang zu Tief wäre eine Zunahme des Molkenweißgehaltes zu erwarten, die jedoch durch eine signifikante ($t = 3,41^{+++}$) Senkung des Zellgehaltes um 289.000 Zellen/ml kompensiert wird.

Bei unseren Untersuchungen konnte auch die Frage geprüft werden, inwieweit der Zellgehalt den Gehalt an Serumproteinen beeinflusst. Für die einzelnen Jahreszeiten konnten folgende hochsignifikante Korrelationskoeffizienten gefunden werden:

Herbst 1	$r = + 0,668^{+++}$
Winter	$r = + 0,402^{+++}$
Frühjahr	$r = + 0,405^{+++}$
Sommer	$r = + 0,503^{+++}$
Herbst 2	$r = + 0,493^{+++}$

Diese Ergebnisse bestätigen die Ansicht vieler Autoren, daß die Zellzahl einen großen Einfluß auf den Serumproteingehalt ausübt, dessen kurzfristige Zu- oder Abnahme wertvolle Hinweise über die Belastung des Milchdrüsengewebes und dessen Gesundheitszustand geben.

Tab. 36 Einfluß von Wettertypen auf den Serumproteingehalt

Reiz- wirkung	Lufttemperatur °C			Luftfeuchte %			Luftdruck mm Hg			Serumproteingehalt in %			t-Test
	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	
Hoch	-1	-7	-6	96	97	+1	731	731	+0	0,92	0,62	-0,30	+++ 7,79
Übergang zu Tief	+11	+8	-3	65	93	+28	727	719	-8	0,64	0,59	-0,05	+++ 5,08
Tief	+29	+15	-14	69	91	+22	726	720	-6	0,68	0,63	-0,05	+++ 5,02

2.8. Klimatische Einflüsse auf den Gehalt der einzelnen Serumproteinfraktionen.

In der Literatur finden sich zahlreiche Arbeiten über die Veränderungen innerhalb der Serumfraktionen als Folgeerscheinungen von Sekretionsstörungen.

GARNIER und RICORDEAU (17) berichten, daß β -Lactoglobulin und α -Lactalbumin in der Milchdrüse gebildet werden, während Serumalbumin und die Immunglobuline aus dem Blute stammen.

HEESCHEN (22) beobachtete bei Sekretionsstörungen einen deutlichen Anstieg der Molkenweißstoffe bei der Untersuchung von Viertelgemelksproben; bei Einzel- oder Sammelproben konnte es jedoch durch die Verdünnung zu unklaren Ergebnissen.

BORTHREE und Mitarb. (6) beobachteten bei künstlich bewirkter Sekretionsstörung Fieber, verringerte Milchproduktion und einen Anstieg des Serumalbumins, dem eine dauerhaftere Zunahme der Immunglobuline folgte. SHAH und MORSE (69) fanden als Folge von infektiösen und nicht infektiösen Euterkatarrhen einen Anstieg des Serumalbumins, der positiv mit den Zellzahlbefunden korrelierte. WEIGT (86, 87) konnte bei ihren Untersuchungen keinen Einfluß von Rasse, Alter und Laktationsstadium auf den relativen Anteil der Serumfraktionen finden, dagegen kommt sie auf Grund ihrer Ergebnisse zu dem Schluß, daß Immunglobulinwerte von mehr als 25 % Indikator einer chronischen Mastitis sind, sofern sie nicht physiologisch (z.B. Kolostrum) bedingt sind. Entgegen den Beobachtungen von BORTHREE und Mitarb. beobachtete NICOLET (48) bei entzündlichen Veränderungen des Euters einen vermehrten Anteil der Immunglobuline und erst bei schwerer Sekretionsstörung einen erhöhten Serumalbumingehalt.

Die Gesamtheit der vorgenannten Beobachtungen läßt den Schluß zu, daß auch auf Grund klimatischer Einflüsse durch das Aktivieren physiologischer Regelmechanismen die Fraktionen des Serumproteins in ihren Anteilen Veränderungen erfahren. Aus diesem Grunde wurden im Rahmen dieser Arbeit hinsichtlich solcher Veränderungen Untersuchungen angestellt, wobei die vier Fraktionen Serumalbumin, β -Lactoglobulin, α -Lactalbumin und die Immunglobuline bezogen auf ihre relativen Anteile, den Litergehalt und die Tagesleistung überprüft wurden.

Die Auswirkungen der Lufttemperatur auf die Serumproteinfraktionen sind in den Tabellen 37 a-d dargestellt.

Tab. 37 a Einfluß der Lufttemperatur auf die Serumalbuminfraktion.

Änderungs- richtung	Lufttemperatur °C			Serumalbumin						g im Tagesgemelk				t-Test	
				Anteil in %			t-Test			g im Liter		g im Tagesgemelk			
	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.
	zum Optimum steigend	-6	-3	+3	7,00	5,15	-1,85	⁺ 2,98	---	---	---	---	---	---	---
vom Optimum steigend	-24	+28	+4	---	---	---	---	0,33	0,44	+0,11	⁺⁺ 4,12	---	---	---	---

Tab. 37b Einfluß der Lufttemperatur auf die β -Lactoglobulinfraktion.

Änderungs- richtung	Lufttemperatur °C			β - Lactoglobulin											
				Anteil in %			t-Test	g im Liter			t-Test	g im Tagesgemelk			t-Test
	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.		vor	nach	Diff.		vor	nach	Diff.	
zum Optimum steigend	-2	+3	+5	50,21	55,05	+4,84	++	3,04	3,89	+0,85	+++	31,1	45,5	+14,4	+++
vom Optimum sinkend	+0	-3	-3	61,44	50,21	-11,23	+++	3,73	3,04	-0,69	+++	41,0	31,1	-9,9	+++
vom Optimum steigend	+19	+23	+4	53,75	50,62	-3,13	+	3,42	3,10	-0,32	+++	51,1	43,4	-7,7	++

Tab. 37d Einfluß der Lufttemperatur auf die Immunglobulinfraktion.

Änderungs- richtung	Lufttemperatur °C			Immunglobuline														
				Anteil in %			t-Test g im Liter			t-Test g im Tagesgemelk			t-Test					
	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.						
	zum Optimum sinkend	+4	-1	-5	8,39	14,74	+6,37	++	3,24	0,56	1,37	+0,81	+++	4,89	7,1	15,7	+8,6	+++
zum Optimum steigend	-1	+6	+7	13,65	8,39	-5,26	+++	4,07	850	560	-310	++	3,79	---	---	---	---	---
zum Optimum sinkend	+20	+15	-5	15,41	12,20	-3,21	+++	4,17	---	---	---	---	---	12,1	8,1	-4,0	++	3,20

So zeigt Tabelle 37a bei Annäherung an das thermische Optimum eine gesicherte Erniedrigung des relativen Serumalbumingehaltes, während die zunehmende Entfernung vom Behaglichkeitsbereich eine Erhöhung des Litergehaltes an Serumalbumin bewirkt.

Umgekehrt zum Serumalbumin verhält sich die β -Lactoglobulinfraktion. Im oberen Tabellenteil der Tab. 37b zeigt sich bei Annäherung an die Indifferenzzone ein Anstieg des relativen Gehaltes, der Tagesleistung und besonders der Literleistung. Entfernt sich die Temperatur vom Optimum, so ist ein Absinken in allen drei Kriterien festzustellen.

Wie aus Tab. 37c ersichtlich, verhält sich die α -Lactalbuminfraktion wie die Serumalbuminfraktion entgegengesetzt der β -Lactoglobulinfraktion. Bei einer Entfernung vom Indifferenzbereich, sowohl an der oberen als auch an der unteren Grenze, ist eine Zunahme des relativen Anteiles, des Litergehaltes und der Tagesleistung zu beobachten.

Die Immunglobulinfraktion reagiert, wie Tab. 37d zeigt, richtungsgleich wie die Albuminfraktionen. Wenn die Temperatur sich vom Optimum entfernt, zeigt sich eine Zunahme der Immunglobuline bei allen drei Beurteilungskriterien. Bei Annäherung an das Optimum vermindern sich die Werte der Immunglobuline.

Überraschend ist, daß gegenüber der allgemeinen Ansicht die α -Lactalbuminfraktion entgegengesetzt der β -Lactoglobulinfraktion reagiert und gleichsinnig mit der Serumalbumin- und den Immunglobulinfraktionen verändert wird. Die gleichgerichtete Entwicklung von relativen und literbezogenen Gehalten der β -Lactoglobulinfraktion entspricht ebenfalls nicht den Erwartungen, da hier den Literaturangaben zufolge ein kompensierender Effekt zu erwarten wäre. Denkbar wäre jedoch ein Zeitunterschied in der Verschiebung der Anteile der einzelnen Fraktionen und den mengenmäßigen Veränderungen des Molkeeiweißes, wobei in einer gesonderten Versuchsanstellung zu prüfen wäre, ob einem der beiden Kriterien ein Verursacherprinzip für das andere zuzuordnen wäre.

Hinsichtlich der Luftfeuchtigkeit ist bei den einzelnen Serumfraktionen ebenfalls eine auf ein physiologisches Optimum bezogene Reaktion festzustellen.

So ist im oberen Teil der Tabelle 38a eine Zunahme des Serumalbumins festzustellen, wenn die Luftfeuchtigkeitswerte sich vom Optimum entfernen. Bei Annäherung an das Optimum verringern sich die Werte des Serumalbumins.

Tab. 38a Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Serumalbuminfraktion.

Änderungs- richtung	Luftfeuchte %			Serumalbumin											
				Anteil in %			t-Test	g im Liter			t-Test	g im Tagesgemelk			t-Test
	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.		vor	nach	Diff.					
vom Optimum sinkend	75	49	-26	6,44	8,92	+2,48	++ 3,23	0,36	0,56	+0,20	+++ 5,24	4,8	7,0	+2,2	++ 2,95
zum Optimum steigend	53	69	+16	6,62	4,90	-1,68	+ 2,57	0,46	0,32	-0,14	+ 2,89	---	---	---	---

Tab. 38b Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die β -Lactoglobulinfraktion.

Änderungs- richtung	β -Lactoglobulin												
	Luftfeuchte %			Anteil in %			g im Liter			g im Tagesgemelk			t-Test
	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	
zum Optimum steigend	49	65	+16	---	---	---	---	3,10	3,48	+0,38	46,9	57,5	+10,6 +++ 4,30
vom Optimum sinkend	62	50	-12	53,94	50,47	-3,47	+++ 4,70	3,40	2,97	-0,43	51,6	45,1	-6,5 +++ 2,68

Tab. 38c Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die α -Lactalbuminfraktion.

Änderungs- richtung	Luftfeuchte %			Anteil in %			α -Lactalbumin								
							t-Test	g im Liter			t-Test	g im Tagesgemelk			t-Test
	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.		vor	nach	Diff.		vor	nach	Diff.	
vom Optimum steigend	82	96	+14	---	---	---	---	1,73	2,44	+0,71	+++ 6,46	19,7	29,2	+9,5	+++ 4,35
vom Optimum sinkend	81	73	-8	---	---	---	---	---	---	---	---	17,0	21,8	+4,8	+ 2,52
zum Optimum steigend	55	67	+12	23,28	21,78	-1,50	+ 2,98	---	---	---	---	---	---	---	---

Tab. 38d Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Immunglobulinfraktion

Änderungs- richtung	Luftfeuchte %			Anteil in %						t-Test						g im Liter						Immunglobulin			g im Tagesgemelk			t-Test
	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	
vom Optimum steigend	82	96	+14	8,39	14,74	+6,37	++ 3,24			0,56	1,37	+0,81	+++ 4,89			7,1	15,7	+8,6	+++ 11,95									
zum Optimum steigend	47	62	+15	15,77	12,79	-2,98	+ 2,25			---	---	---	---			---	---	---	---	---								
vom Optimum sinkend	60	46	-14	---	---	---	---			---	---	---	---			---	---	---	---	---								

Die β -Lactoglobulinfraktion verhält sich umgekehrt wie die Serumalbuminfraktion. Bei Veränderung der Luftfeuchtigkeit in Richtung auf den Behaglichkeitsbereich (oberer Teil der Tab. 38b) steigen die Gehalte an β -Lactoglobulin an, während sie bei negativer Entwicklung der Luftfeuchtigkeit (unterer Teil der Tab. 38b) absinken.

Die α -Lactalbumingehalte zeigen bei Verschlechterung der Luftfeuchtheitswerte (Tab. 38c oberer Teil) einen Anstieg der Werte, bei einer Verbesserung der Luftfeuchtheitsbedingungen ein Absinken.

Bei Abweichung der Luftfeuchtigkeit vom Indifferenzbereich steigt der Gehalt der Immunglobulinfraktion an, umgekehrt verringert er sich, wenn die Luftfeuchtigkeit sich auf den Behaglichkeitsbereich hin bewegt, wie aus Tab. 38d zu ersehen ist.

Den Einfluß der verschiedenen Wittertypen auf die einzelnen Serumproteinfraktionen zeigen die Tabellen 39 a-d.

Wie aus Tabelle 39a ersichtlich wird, haben die stimulierenden Wittertypen Tief und Occlusion eine Minderung des relativen und des literbezogenen Gehaltes sowie der Tagesleistung an Serumalbumin zur Folge, während die belastende Witterlage am Ende eines Hochs einen Anstieg des Serumalbumingehaltes bewirkt.

Die β -Lactoglobulinfraktion reagiert auch bei den Wittertypen entgegengesetzt der Serumalbuminfraktion. So bewirken die anregenden Witterlagen Hoch, Tief und Occlusion einen Anstieg des β -Lactoglobulingehaltes, der bei der Hoch- und Tiefwetterlage in Tab. 39b jedoch erst in der Tagesleistung bemerkbar wird. Umgekehrt zeigen die leistungsenkenden Übergangswetterlagen eine senkende Wirkung auf die β -Lactoglobulingehalte.

Bei der α -Lactalbuminfraktion (siehe Tab. 39c) zeigen die Wittertypen eine der β -Lactoglobulinfraktion entgegengesetzte und dem Serumalbumin gleichgerichtete Reaktion, d.h. die anregenden Wittertypen Hoch, Tief und Occlusion wirken sich senkend und die belastenden Übergangslagen zu Hoch und Tief steigend auf den α -Lactalbumingehalt aus.

Ebenso werden, wie Tab. 39d zeigt, die Immunglobuline beeinflusst. Betrachtet man die Kurven der relativen Gehalte der einzelnen Serumfraktionen in Abb. 21, so werden die oben angeführten Beziehungen der einzelnen Fraktionen untereinander

Tab. 39a Einfluß von Wettertypen auf die Serumalbuminfraktion

Wetter- typ	Reiz- wir- kung	Luft- temperatur °C			Luft- feuchte %			Luft- druck mm Hg			Einheit	Serumalbumin			t-Test
		vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.		vor	nach	Diff.	
Hoch- ende	avitali- sierend	±0	+7	+7	70	88	+18	726	726	±0	%	4,87	8,54	+3,67	+++ 8,01
											g/L	0,28	0,51	+0,23	+++ 4,37
Tief	vitali- sierend	+9	+14	+5	80	67	-13	735	730	-5	g/T	---	---	---	---
											%	8,16	5,69	-2,47	+++ 7,73
Occlu- sion	vitali- sierend	+7	+3	-4	94	70	-24	726	725	-1	g/L	---	---	---	+++ 7,20
											g/T	7,5	5,4	-2,1	+++ 4,36
											%	8,54	8,03	-0,51	++ 3,15
											g/L	---	---	---	---
											g/T	---	---	---	---

Tab. 39b Einfluß von Wettertypen auf die β -Lactoglobulinfraktion.

Wetter- typ	Reiz- wir- kung	Lufttemperatur			Luftfeuchte			Luftdruck			Einheit	β -Lactoglobulin			t-Test
		vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.		vor	nach	Diff.	
Hoch	schwach vitalli- sierend	+13	+17	+4	80	45	-35	712	720	+8	% g/L	---	---	---	---
											g/T	36,5	50,9	+14,4	++ 4,09
Übergang zu Tief	avitali- sierend	+11	+14	+3	68	84	+16	730	726	-4	% g/L	---	---	---	---
											g/T	54,1	46,9	-7,2	+++ 7,89 ++
Tief	vitalli- sierend	+9	+14	+5	55	67	+12	735	730	-5	% g/L	---	---	---	---
											g/T	46,9	57,5	+10,6	+++ 4,30
Oclu- sion	vitalli- sierend	+7	+3	-4	94	70	-24	726	725	-1	% g/L	57,53	61,44	+3,91	++ 3,12
											g/T	---	---	---	---

Tab. 39c Einfluß von Wettertypen auf die α -Lactalbuminfraktion.

Wetter- typ	Reiz- wir- kung	Lufttemperatur °C			Luftfeuchte %			Luftdruck mm Hg			Fluores- zenz	α -Lactalbumin			t-Test
		vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.		vor	nach	Diff.	
Übergang zu Hoch	avitali- sierend	+2	-2	-4	70	75	+5	724	730	+6	%	14,66	27,05	-12,39	+++ 6,19
											g/L	---	---	---	---
Hoch	schwach vitali- sierend	-1	-7	-6	96	97	+1	731	731	+0	%	---	---	---	---
											g/L	2,44	1,61	-0,83	+++ 5,51
Übergang zu Tief	avitali- sierend	+11	+8	-3	93	88	-5	727	721	-6	%	29,2	17,3	-11,9	+++ 4,53
											g/T	21,21	28,31	+7,10	+++ 10,10
Tief	vitali- sierend	+9	+14	+5	55	67	+12	735	730	-5	g/L	1,36	1,67	+0,31	++ 3,90
											g/T	---	---	---	---
Occlu- sion	vitali- sierend	+7	+3	-4	94	70	-24	726	725	-1	%	23,28	21,78	-1,50	+ 2,98
											g/L	---	---	---	---
											g/T	---	---	---	---
											%	25,04	14,66	-10,39	++ 4,96
											g/L	---	---	---	---
											g/T	---	---	---	+++

Tab. 39d Einfluß von Wextertypen auf die Immunglobulinfraktion.

Wetter- typ	Reiz- wir- kung	Lufttemperatur			Luftfeuchte			Luftdruck			Einheit	Immunglobuline			t-Test	
		°C			%			mm Hg				vor	nach	Diff.		
Hoch	schwach vitali- sierend	-1	-7	-6	96	97	+1	731	731	±0	% g/L	---	---	---	---	+++ 5,32 +++
											g/T	15,7	8,6	-7,1	10,66	
Tief	vitali- sierend	+10	+17	+7	46	65	+19	735	727	-8	% g/L	20,46	15,19	-5,27	2,38	+
											g/T	---	---	---	---	
Occlusion	vitali- sierend	+7	+3	-4	94	70	-24	726	725	-1	% g/L	9,42	15,87	+6,45	3,15 +	++
											g/L	0,59	0,95	+0,36	2,72	+
											g/T	---	---	---	---	

sehr deutlich. Dem mengenmäßigen Anteil nach ergibt sich folgende Reihenfolge:

1. β -Lactoglobulin durchschnittlich etwa 55 %
2. α -Lactalbumin durchschnittlich etwa 25 %
3. Immunglobuline durchschnittlich etwa 14 %
4. Serumalbumin durchschnittlich etwa 6 %

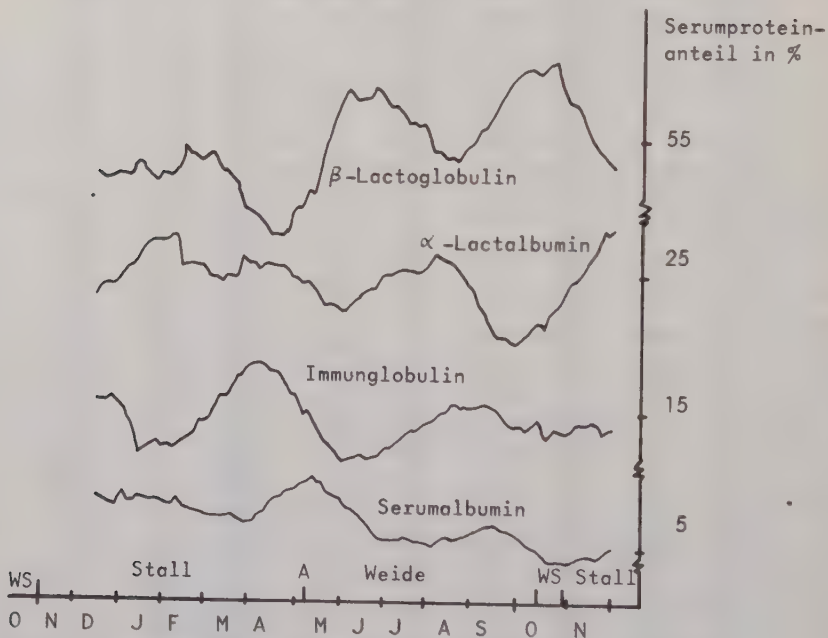


Abb. 21: Trendkurven der prozentualen Anteile der Serumfraktionen während der Versuchszeit

Den Zusammenhang zwischen β -Lactoglobulin und den übrigen Fraktionen des Serumeiweißes kennzeichnen folgende Korrelationskoeffizienten aus eigenen Untersuchungen:

Zu α -Lactalbumin $r = -0,591^{+++}$

Zu Immunglobulin $r = -0,418^{+++}$

Zu Serumalbumin $r = -0,243^{+}$

Klar erkennbar sind bei der β -Lactoglobulinfraktion der Anstieg auf Kosten und die Abnahme zu Gunsten der α -Lactalbumin- und Immunglobulinfraktion. Die relativen Werte des Serumalbumins scheinen langfristig ebenfalls entgegengesetzt denen der β -Lactoglobulinfraktion zu verlaufen, jedoch mit einem zeitlichen Phasenverzug von etwa 14 Tagen. Stellt man die Kurve des Zellgehaltes in Abb. 5 der β -Lactoglobulinkurve gegenüber,

so tritt der negative Einfluß des Zellgehaltes auf diese Fraktion klar zu Tage. Bei den relativen Werten der α -Lactalbuminfraktion ist keine eindeutige ausgerichtete Beantwortung der Zellgehaltsveränderungen festzustellen. Die Immunglobulinfraktion zeigt im Verlauf ihrer relativen Werte eine weitgehende Übereinstimmung mit der Zellgehaltskurve, während dies bei Serumalbumin nur bedingt in der Weideperiode sichtbar wird.

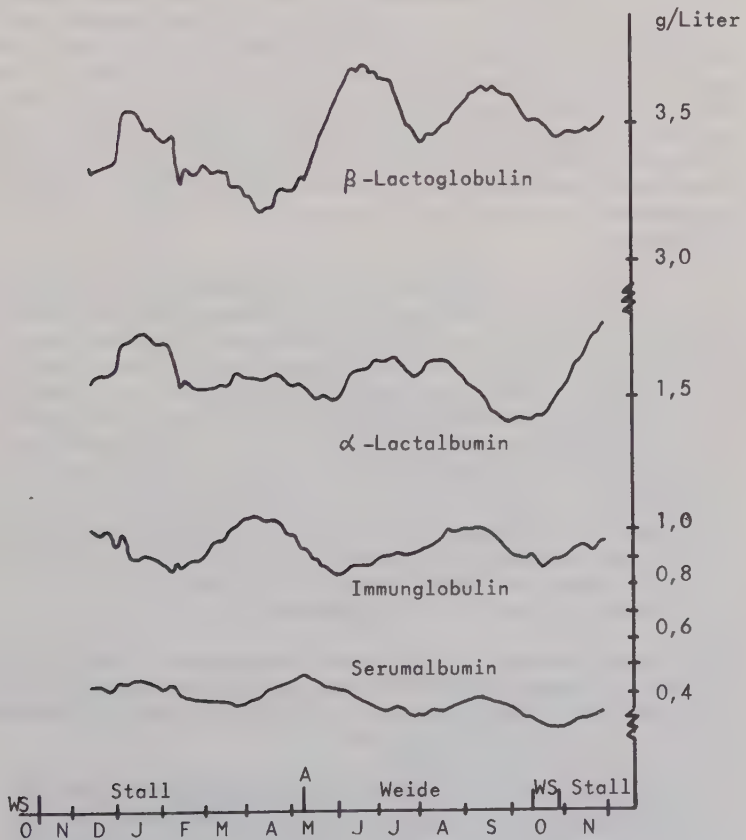


Abb.22: Trendkurven der Litergehalte der Serumfraktionen während der Versuchszeit

Bei den absoluten Werten bezogen auf die Literleistung (siehe Abb. 22) wird der Zusammenhang zwischen Zellgehalt und Serumalbumingehalt durch die gleichgerichtete Entwicklung des Serumproteingehaltes deutlicher. Dies gilt in noch stärkerem Maße für die Immunglobulinfraktion. Die Kurve des absoluten α - Lactalbumingehaltes ist gegenüber der Kurve der Relativ-Werte stärker der Zellgehaltskurve angeglichen, ein identischer Verlauf ist jedoch generell nicht festzustellen. Die Kurve des Litergehaltes der β -Lactoglobulinfraktion zeigt bei generell gleichgerichtetem Verlauf zur Kurve der Relativwerte dieser Fraktion eine Abschwächung, woraus geschlossen werden kann, daß zwischen dem relativen β -Lactoglobulingehalt und dem Molkeneiweißgehalt eine negative Beziehung besteht. Dies geht auch beim Vergleich mit der Zellgehaltskurve hervor, wobei im Gegensatz zur Kurve der relativen Werte ein zum Zellgehalt gleichgerichteter Verlauf festzustellen ist, wenn der Zellgehalt 500.000 Zellen/ml übersteigt. Die Kurve des absoluten α -Lactalbumingehaltes zeigt durch den Einfluß des Molkeneiweißgehaltes eine Angleichung an den Verlauf der Zellgehaltskurve.

Bei den Kurven der Tagesleistung (siehe Abb. 23) der vier Fraktionen wirkt die Milchmenge egalierend auf die Kurvenrichtung bei allen Fraktionen mit Ausnahme des Serumalbumins. Die Veränderungen des absoluten Immunglobulingehaltes je Liter Milch sind so stark, daß sie nicht durch die gegensinnige Veränderung der Milchleistung aufgehoben werden. Dies gilt mit Einschränkung auf die Weideperiode auch für das Serumalbumin. Der im vorangegangenen Kapitel dargelegte positive Zusammenhang zwischen Zellzahl und Molkeneiweißgehalt ist so stark, daß er trotz der negativen Beziehung zwischen Zellgehalt und Milchleistung aus dem Kurvenverlauf der Tagesleistung sowohl bei der β -Lactoglobulin- als auch bei der α -Lactalbuminfraktion ersichtlich wird.

Die aus den Kurven ersichtlichen Zusammenhänge zwischen Zellgehalt und Serumfraktionen wurden statistisch überprüft und die gefundenen Korrelationskoeffizienten in Tab. 40 bestätigen die oben erwähnten Ausführungen.

Die stärksten Veränderungen durch den Zellgehalt erfahren demnach die β -Lactoglobulinfraktion und die Immunglobulinfraktion. Bei der Serumalbuminfraktion wird die Beziehung erst bei den absoluten Gehalten deutlicher, während beim α -Lactalbumin nur Veränderungen der Tagesleistung im Frühjahr und Sommer eine Beziehung erkennen lassen.

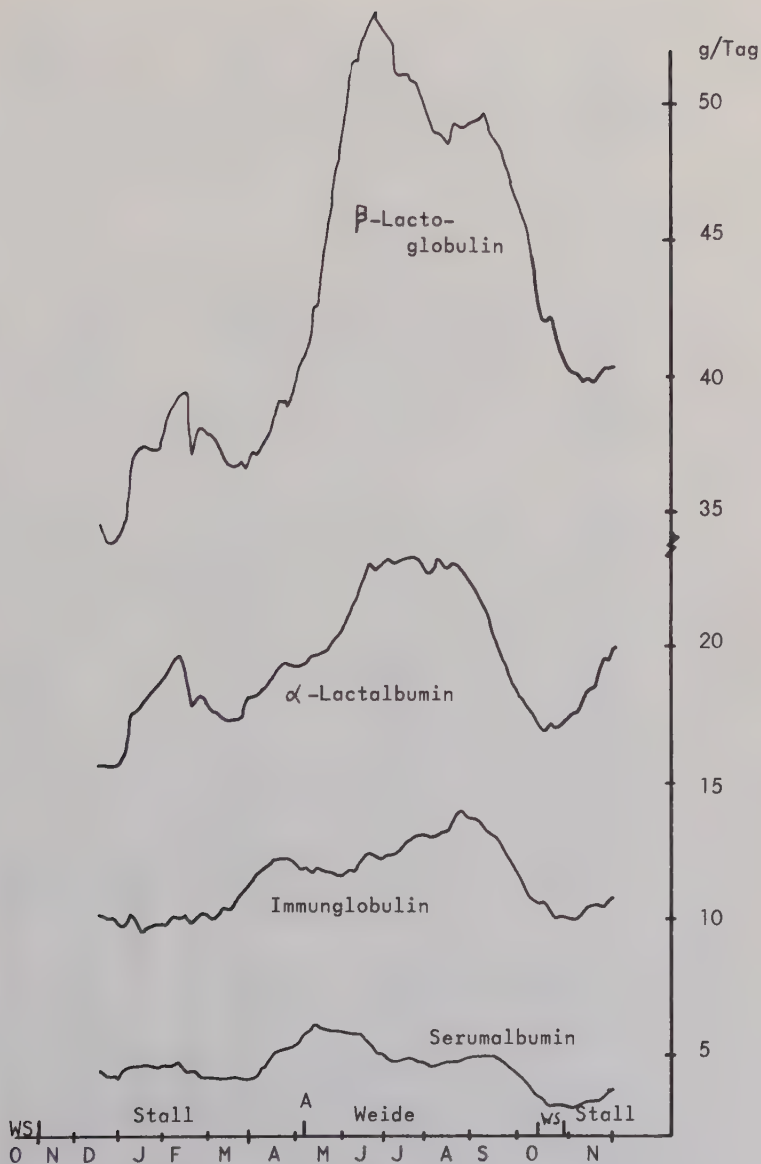


Abb.23: Trendkurven der Tagesleistungen der Serumfraktionen während der Versuchszeit

Tab. 40 Korrelationskoeffizienten zwischen Zellgehalt und Serumfraktionen.

	Herbst 1	Winter	Frühjahr	Sommer	Herbst 2
Serumalbumin relativer Gehalt	---	---	---	+ +0,122	---
Serumalbumin Litergehalt	---	+++ +0,231	+ +0,128	+++ +0,308	++ +0,191
Serumalbumin Tagesleistung	---	+ +0,134	+ +0,108	+++ +0,196	---
β -Lactoglobulin relativer Gehalt	+++ -0,333	+++ -0,178	+++ -0,174	+++ -0,304	+++ -0,275
β -Lactoglobulin Litergehalt	---	+++ +0,209	+++ +0,155	+++ +0,203	+++ +0,277
β -Lactoglobulin Tagesleistung	---	---	---	---	---
α -Lactalbumin relativer Gehalt	---	---	---	---	---
α -Lactalbumin Litergehalt	---	---	---	---	---
α -Lactalbumin Tagesleistung	---	---	++ +0,128	+ +0,126	---
Immunglobulin relativer Gehalt	+++ +0,525	+ +0,114	+++ +0,119	+++ +0,383	+++ +0,413
Immunglobulin Litergehalt	+++ +0,693	+++ +0,245	+++ +0,314	+++ +0,477	+++ +0,509
Immunglobulin Tagesleistung	+++ +0,519	+ +0,107	+++ +0,283	+++ +0,371	+++ +0,285

2.9. Klimatische Einflüsse auf den Nichtproteinstickstoff-Gehalt.

Aus analytischen Differenzen, die sich bei der Bestimmung der Eiweißbestandteile der Milch über den Stickstoffgehalt ergaben, wurden schon frühzeitig Anstrengungen unternommen, Kenntnisse über die Struktur und die Bedeutung im Stoffwechselgeschehen dieser Stickstoffträger zu erhalten.

Aus der Literatur ist zu entnehmen, daß diese Stoffe, Ammoniak, Harnstoff, Creatin und freie Aminosäuren aus dem Blut in die Milch übergehen, wobei ein Zusammenhang zur Syntheseleistung an Eiweiß im Euter besteht. NESENI und KÖRPERICH (47), ROOCK und ROWLAND (62), KIERMEIER und RENNER (33) weisen besonders auf den Zusammenhang von Energieversorgung und Eiweißsynthese hin, ORTH und KAUFMANN (53) sowie BERGNER (3) legten an Hand ihrer Arbeiten die Bedeutung des Eiweiß-Stärke-Verhältnisses der Ration für die mikrobielle Eiweißsynthese im Pansen dar.

Über die Ursachen der Erhöhung des Nichtproteinstickstoff-Gehaltes der Milch gibt es verschiedene Ansichten. So vermuten SENFT und KLOBASA (67) nach Untersuchungen an Kolostralmilchen Abbauprozesse an den Serumproteinen, wobei sie für die Beziehung zwischen Nichtproteinstickstoff und Serumproteinstickstoff hochsignifikante Korrelationskoeffizienten für Abend- ($r = -0,51$) und Morgengemelk ($r = -0,56$) fanden. ZEILINGER und FOISSY (89) schreiben, daß Erhöhungen an Ammoniak und freien Aminosäuren als Folge von Sekretionsstörungen durch die erhöhte Permeabilität der Alveolenmembran bewirkt werden und daß ferner für einen Anstieg an Ammoniak in der Milch eine Caseinolyse durch Leukozytenfermente denkbar wäre. Beide Darstellungen besagen, daß Streßsituationen den Gehalt an Nichtproteinstickstoff erhöhen. Dies bestätigen auch die eigenen Untersuchungen.

Tab. 41 Einfluß der Temperatur auf den NPN-Gehalt.

Änderungs- richtung	Lufttemperatur °C			NPN mg/100 ml			t-Test
	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	
vom Optimum steigend	+16	+19	+3	20	36	+16	+++ 4,25
zum Optimum fallend	+27	+17	-10	34	18	-16	+++ 4,06

Aus dem oberen Teil der Tab. 41 ist zu entnehmen, daß Veränderungen der Temperatur aus dem Behaglichkeitszentrum hinaus eine Erhöhung des NPN-Gehaltes bewirken, während eine Temperaturveränderung hin zum thermischen Optimum eine Erniedrigung des NPN-Anteiles zur Folge hat.

Tab. 42 Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf den NPN-Gehalt.

Änderungs- richtung	Luftfeuchte %			NPN mg/100 ml			t-Test
	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	
vom Optimum sinkend	86	68	-18	20	36	+16	+++ 4,95
zum Optimum steigend	49	58	+9	37	21	-16	+ 2,31

Die gleiche Beobachtung ist hinsichtlich der Luftfeuchtigkeit zu machen, wobei eine Verschlechterung der Bedingungen im oberen Tabellenteil der Tab. 42 einen Anstieg an Nichtproteinstickstoff bewirkt, während der untere Tabellenteil eine Abnahme des Nichtproteinstickstoffgehaltes bei Annäherung an das physiologische Optimum zeigt.

Die Wetterlagen zeigen eine gleichsinnige Beeinflussung des Nichtproteinstickstoffgehaltes, wie aus Tab. 43 hervorgeht. Dabei verursacht die den Organismus belastende Übergangswetterlage zu Tief eine Steigerung des Nichtproteinstickstoffgehaltes, während die stimulierenden Tiefwetterlagen ein Absinken des NPN-Gehaltes bewirken. Zum Teil bei "Tief kalt" und ebenso bei der Occlusionswetterlage ist ein dem anregenden Charakter dieser Wetterlagen nicht entsprechender Anstieg des Nichtproteinstickstoffgehaltes zu beobachten. Bei Prüfung der entsprechenden Proben konnte bei der Tiefwetterlage eine gleichzeitige, signifikante Erhöhung ($t = 3,40^{++}$) des Zellgehaltes um 300.000 Zellen/ml festgestellt werden, die positive Wirkung der Occlusionswetterlage wurde durch einen schwach signifikanten ($t = 2,44^{+}$) Zellgehaltsanstieg um +269.000 Zellen/ml aufgehoben.

Tab. 43 Einfluß der Wettertypen auf den Nichtproteinstickstoffgehalt.

Wetter- typ	Reiz- wir- kung	Lufttemperatur °C			Luftfeuchte %			Luftdruck mm Hg			NPN mg/ 100 ml			t-Test
		vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	
Übergang zu Tief	avitali- sierend	+10	+7	-3	82	72	-10	732	722	-10	16	35	+19	+++ 4,58
Tief warm	vitali- sierend	-3	+0	+3	81	73	-8	728	714	-14	32	19	-13	++ 3,79
Tief	vitali- sierend	+19	+10	-9	77	77	+0	726	720	-6	41	24	-17	+++ 4,85
kalt		+13	+5	-8	54	81	+27	732	715	-17	18	29	+11	+ 2,92
Occlu- sion	vitali- sierend	+7	+3	-4	94	70	-24	726	725	-1	21	45	+24	+++ 5,03

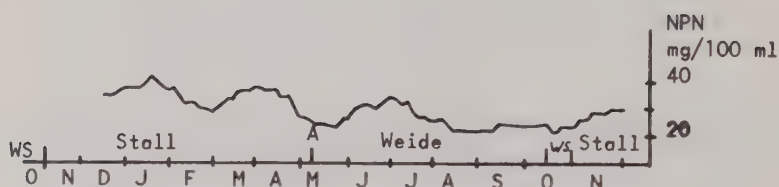


Abb.24: Trendkurve des Nichtproteingehaltes während der Versuchszeit

Den langfristigen Verlauf der Kurve des Nichtproteinstickstoff-Gehaltes während der Versuchsdauer zeigt Abb. 24. Mitte Januar ist ein maximaler Gehalt an Nichtproteinstickstoff festzustellen, der zeitlich mit einer Kältewelle zusammenfällt. Bis Anfang März ist dann ein Absinken des Nichtproteinstickstoff-Gehaltes festzustellen, bis Anfang April steigt der NPN-Anteil dann wieder an, um dann bis Anfang Juni abzusinken. Bis Ende Juni ist dann wieder ein Anstieg zu beobachten, darauf sinkt der Nichtproteinstickstoff-Gehalt bis etwa Mitte August ab, um auf dieser Höhe bis zum Beginn der Winterstallhaltung zu verharren und mit Beginn der Winterstallhaltung wieder anzusteigen.

2.10, Klimatische Einflüsse auf die Käseereitauglichkeit.

Die in den vorangegangenen Kapiteln dargelegten Veränderungen der Milch durch klimatische Einflüsse lassen auch Auswirkungen der klimatischen Faktoren auf die Käseereitauglichkeit der Milch vermuten. In der Literatur finden sich zahlreiche Hinweise, denen zufolge Verschiebungen zwischen den Milchinhaltstoffen unterschiedliche Ergebnisse hinsichtlich der Qualität und der Quantität bei der Verkäsung der Milch bewirken.

KÄSTLI und RASELLI (29) beobachteten einen negativen Einfluß des Zellgehaltes auf die Labfähigkeit der Milch, dies wird ebenfalls von KIERMEIER und KEIS (31), KIERMEIER und Mitarb. (35), SOROKINA und SLIWKO (77) u.a. bestätigt. KISZA, KRUK und ROTKIEWICZ (37) führen die schlechtere Labfähigkeit auf eine Minderung des Phosphor- und Calciumgehaltes bei gleichzeitig steigendem Chlör- und Natriumgehalt zurück, wie auch ZEILINGER und FOISSY (89) berichten. PUHAN (56) konnte in seiner Arbeit nachweisen, daß mit zunehmendem Immunglobulingehalt, bewirkt durch steigende Kolostralmilchzusätze zu normaler Milch, diese normale Milch eine verminderte Labfähigkeit zeigte. Diese Wirkung beruht nach PORCHER (55) auf dem schuttkolloidalen Charakter des Globulins, wodurch der Abbau des Caseins erschwert wird. KISZA und ROTKIEWICZ (38) berichten von einem schlechteren Säurungsverlauf bei Milchproben von euterkranken Kühen und nehmen an, daß die veränderte Zusammensetzung gegenüber einer Normalmilch einen schlechteren Nährboden für Mikroorganismen darstellt, wobei Mangel an Nährstoffen und Vitaminen sowie das Vorhandensein von Hemmstoffen wie Agglutinine, Praezipitine und Antitoxine als mögliche Ursachen genannt werden.

In den eigenen Untersuchungen konnten mit der praxisnahen Methode des Molkenablaufes klimatisch bedingte Veränderungen hinsichtlich der Käseereitauglichkeit der Milch festgestellt werden.

Tab. 44 Einfluß der Temperatur auf den Molkenablauf.

Änderungs- richtung	Lufttemperatur °C			Molkenablafeinheiten			t-Test
	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	
zum Optimum steigend	-5	+1	+6	104	136	+32	+++ 6,25
zum Optimum sinkend	+18	+8	-10	132	175	+43	+++ 8,25
vom Optimum sinkend	+0	-9	-9	151	118	-33	+++ 4,24

Tab. 46 Einfluss der Wettertypen auf den Molkenablauf.

Wetter- typ	Reiz- wir- kung	Lufttemperatur $^{\circ}\text{C}$			Luftfeuchte %			Luftdruck mm Hg			Molkenablauf- einheiten			t-Test
		vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	
Übergang zu Hoch	avitali- sierend	+24	+13	-11	62	95	+33	723	725	+2	119	74	-45	++ 3,98
Hoch kalt	schwach vitali- sierend	+17	+10	-7	65	82	+17	732	732	+0	124	177	+53	+++ 6,64
Hoch warm		+13	+23	+10	95	43	-52	725	731	+6	74	96	+22	++ 3,94
Übergang zu Tief	avitali- sierend	+13	+8	-5	70	87	+17	727	717	-10	150	115	-35	+++ 5,51
Tief kalt	vitali- sierend	+10	+6	-70	70	88	+18	733	728	+10	122	155	+33	+++ 7,08
Tief warm		+20	+0	+20	86	78	-10	731	718	-13	122	145	+35	+++ 5,84
Occlu- sion	vitali- sierend	+7	+3	-4	94	70	-24	726	725	-1	140	99	-41	++ 2,99

Im oberen Teil der Tab. 44 zeigt sich bei Veränderungen der Temperatur hin zum thermischen Optimum eine verbesserte Molkenabscheidung, während der untere Tabellenteil bei Entfernung vom thermischen Behaglichkeitsbereich eine verringerte Molkenabgabe erkennen läßt. Das Vorhandensein einer thermischen Indifferenzzone wird aus der Tab. 44 ersichtlich, wobei in einem Falle ein Temperaturanstieg an der unteren Grenze des Behaglichkeitsbereiches und im anderen Falle eine Temperaturverringerung an der oberen Grenze der Indifferenzzone eine Zunahme der Molkenabscheidung erkennen lassen.

Tab. 45 Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf den Molkenablauf.

Änderungs- richtung	Luftfeuchte %			Molkenablauf- einheiten			t-Test
	vor	nach	Diff.	vor	nach	Diff.	
zum Optimum sinkend	96	85	-11	104	135	+31	++ 3,63
zum Optimum steigend	54	86	+32	132	175	+43	+++ 8,25

Aus Tab. 45 ist zu entnehmen, daß sowohl eine Minderung Überhöhter Luftfeuchtigkeitsgehalte als eine Erhöhung zu niedriger Luftfeuchtigkeitsgehalte einen positiven Einfluß auf den Molkenablauf ausüben, womit auch hier das Vorhandensein einer Behaglichkeitszone erkennbar wird.

Die in den vorangegangenen Kapiteln dargelegten Einflüsse der verschiedenen Wittertypen werden auch bei der Käse-reitauglichkeit der Milch wieder sichtbar. So zeigen die physiologisch belastenden Übergangswetterlagen zu Hoch und Tief in Tab. 46 eine Minderung der Molkenabscheidung, während die anregenden Hoch- und Tiefdrucklagen einen positiven Einfluß auf die Molkenabgabe erkennen lassen. Der positive Einfluß der Occlusionswetterlage wird durch eine gleichzeitige, signifikante ($t = 2,44^+$) Zellzählerhöhung um + 269.000 Zellen/ml verdeckt. Diesen Zusammenhang zwischen Zellgehalt und Käse-reitauglichkeit bestätigen neben den oben angeführten Autoren die nachstehend hochsignifikanten Korrelationskoeffizienten, die für die einzelnen Jahreszeiten anhand von Einzelproben ermittelt werden konnten:

Herbst 1	r	=	-0,410 ⁺⁺⁺
Winter	r	=	-0,228 ⁺⁺⁺
Frühjahr	r	=	-----
Sommer	r	=	-0,213 ⁺⁺⁺
Herbst 2	r	=	-0,249 ⁺⁺⁺

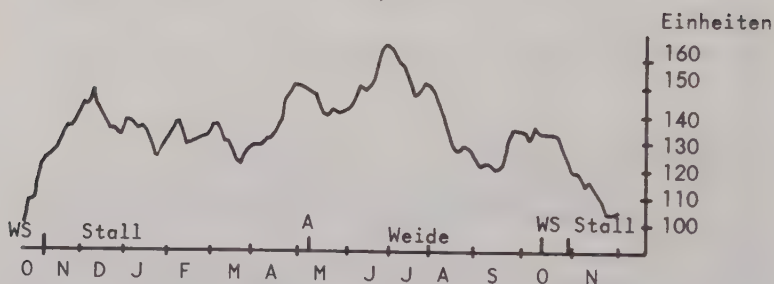


Abb.25: Trendkurve der Molkenablaufeinheiten während der Versuchszeit

Über die Entwicklung der Käseereitauglichkeit der Milch während des Versuchzeitraumes gibt Abb. 25 Aufschluß. Nach Beginn der Winterstallhaltung fällt der Zellgehalt ab, wodurch die Käseereitauglichkeit verbessert wird und während der Stallhaltungszeit nur geringfügig schwankt. Nach dem Weideaustrieb ist für etwa vier Wochen eine Verschlechterung der Käseereitauglichkeit festzustellen, was mit dem Fütterungswechsel in Zusammenhang stehen könnte. Bis Ende Juni verbessert sich die Käseereitauglichkeit, um anschließend mit steigendem Zellgehalt eine Minderung zu erfahren. Auch die beginnende Winterstallhaltung bringt keine verbesserte Käseereitauglichkeit, da, wie schon im Kapitel Zellgehalt angeführt, die in diesem Zeitraum aufgetretenen Störungen an der Melkanlage einen Anstieg des Zellgehaltes zur Folge hatten.

3. Zusammenfassung

Die Untersuchungen über Auswirkungen klimatischer Faktoren auf Sekretionsstörungen sowie auf die Milchqualität und -quantität von 27 Schwarz-Bunt-Kühen des Versuchsgutes Rudlos der Justus Liebig-Universität Gießen brachten folgende Ergebnisse:

- 1.) Der Zellgehalt wird durch Lufttemperaturen außerhalb der Behaglichkeitszone ($\pm 0^{\circ}$ bis $+ 16^{\circ}$ C) erhöht. Steigende relative Luftfeuchtigkeit verstärkt die Auskühlung und somit auch die Zellabscheidung des Milchdrüsengewebes, die ebenfalls durch Aktivierung der Körperfunktionen als Folge vitalisierender Wetterlagen gesteigert wird. Während der Weidehaltung sind durch das ungehinderte Wirksamwerden klimatischer Faktoren gegenüber der Stallhaltung höhere Zellgehalte festzustellen.
- 2.) Die Milchleistung wird bei Temperaturveränderungen hin zur Indifferenzzone gesteigert, ebenso wirken Verringerungen der Luftfeuchtigkeit. Die vitalisierenden Hoch- und Tiefwettertypen steigern die Milchleistung, bei den Übergangswetterlagen ist die Milchabgabe verringert. Eine optimale Milchleistung ist nür bei Zellgehalten unter 500.000 Zellen/ml möglich.
- 3.) Der Fettgehalt und die Tagesfettleistung werden angehoben, wenn sich Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit (Indifferenzbereich 75 % bis 85 %) auf die Behaglichkeitszone hin entwickeln. Die Wettertypen zeigen keine eindeutige Auswirkung auf den Fettgehalt, nur bei Tief konnte eine gesicherte Steigerung der Fettleistung ermittelt werden. Das Fettsäurenspektrum wird insofern durch klimatische Faktoren beeinflusst, daß Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit außerhalb des Indifferenzbereiches und avitalisierende Wetterlagen den prozentualen Anteil der kurzkettigen Fettsäuren erhöhen und der mittelkettigen (C 10 - C 16) und langkettigen (C 18-Reihe) Fettsäuren verringern. Bei gleichzeitiger Veränderung sowohl der mittel- als auch der langkettigen Fettsäuren wird das sonst übliche konträre Verhalten der beiden Gruppen sichtbar, ohne daß eine besondere Reizempfindlichkeit für eine der beiden Gruppen festzustellen ist.
- 4.) Der prozentuale Eiweißgehalt und die Eiweißtagesleistung reagieren weniger stark auf klimatische Veränderungen, dennoch konnte eine Verringerung bei den Organismus belastenden Werten der Lufttemperatur, der Luftfeuchtigkeit und bei avitalisierenden Wetterlagen festgestellt werden.

Der Caseingehalt reagiert deutlicher mit einer Anhebung auf eine günstige Entwicklung der klimatischen Faktoren. Der Serumproteingehalt zeigt eine dem Casein entgegengesetzte Reaktion. Zu allen Jahreszeiten konnten hochsignifikante positive Korrelationen zwischen Serumproteingehalt und Zellgehalt ermittelt werden.

Von den Serumproteinfraktionen erniedrigen sich die Serumalbumin-, α -Lactalbumin- und Immunglobulinrelativwerte bei optimaler Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit und bei vitalisierenden Wetterlagen, hingegen erhöht sich der relative Anteil des β -Lactoglobulins. Die Veränderungen sind meistens in der Liter- und Tagesleistung ebenfalls sichtbar.

Zwischen Zellgehalt und Immunglobulinfraktion konnten für alle Jahreszeiten sowohl bei den relativen Gehalten als auch bei der Liter- und Tagesleistung positive Korrelationen gefunden werden, die Serumalbuminfraktion zeigt gleichgerichtete Beziehungen weniger häufig. Ebenfalls positive Korrelationen zum Zellgehalt konnten bei der Literleistung der β -Lactoglobulinfraktion festgestellt werden, während die relativen Anteile zu allen Jahreszeiten eine negative Beziehung zum Zellgehalt erkennen lassen.

Der Nichtproteinstickstoffgehalt wird durch klimatische Streßsituationen angehoben.

- 5.) Die Käsertauglichkeit der Milch wird verbessert, wenn Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit sich zur Indifferenzzone hin entwickeln. Vitalisierende Wettertypen haben eine positive Auswirkung auf die Käsertauglichkeit. Mit Ausnahme des Frühjahrs konnte zu allen Jahreszeiten eine hochsignifikante negative Beziehung zwischen Käsertauglichkeit und Zellgehalt gefunden werden.

4. Literaturverzeichnis

- | | | |
|----|--|---|
| 1 | ADDA, J. | Kieler Milchwirtschaftl.
Forschungsberichte
<u>16</u> , 379 (1964) |
| 2 | BARGMANN, W. | Milchwiss.
<u>14</u> , 99 (1959) |
| 3 | BERGNER, H. | Tierernährung, Akademie-
Verlag Berlin S. 92 (1967) |
| 4 | BIANCA, W. | J. Dairy Res.
<u>32</u> , 291 (1965) |
| 5 | BIANCA, W. | Tierzüchter
<u>23</u> , 187 (1971) |
| 6 | BORTHREE, A.L.,
CAROLL, E.J.,
SCHALM, O.W. | J. Dairy Sci.
<u>45</u> , 1465 (1962) |
| 7 | BROBECK, J.R. | Acad. Press, NEW YORK
<u>16</u> , 439 (1960) |
| 8 | BRODY, S. | J. Dairy Sei
<u>32</u> , 713 (1949) |
| 9 | CHRIST, W. | XVII. Intern. Milchw. Kongr.
<u>A</u> , 2 (1966) |
| 10 | COMBERG, G.
VOIGTLÄNDER, K.H. | Archiv Tierzucht
<u>2</u> , 317 (1959) |
| 11 | CORNELIUS, J. | Diss. Univ. Gießen (1967) |
| 12 | DAUBERT, K. | Med. Met. Hefte
<u>13</u> , 63 (1958) |
| 13 | DAVIDOV, R. | XVII. Intern. Milchw. Kongr.
<u>A</u> , 245 (1966) |
| 14 | DIJKSTRA, N.D. | Verst. Land. Onderzoek
<u>65</u> , <u>14</u> , 47 (1959)
Ref.: DSA 21, 543 (1959) |

- 29 KÄSTLI, P., XV. Intern. Milchw. Kongr.
RASELLI, R. I, 128 (1959)
- 30 KIERMEIER, F., Milchwiss.
BINSER, A., 12, 729 (1971)
BARTHA, R.,
PROBST, A.
- 31 KIERMEIER, F., Milchwiss.
KEIS, K. 19, 79 (1964)
- 32 KIERMEIER, F., Züchtungskunde
RENNER, E. 32, 500 (1960)
- 33 KIERMEIER, F., Ztschr. f. Tierphysiol.,
RENNER, E. Tierernähr. und Futtermittelkd.
15, 332 (1960)
- 34 KIERMEIER, F., Milchwiss.
RENNER, E. 17, 495 (1962)
- 35 KIERMEIER, F., Ztschr. f. Lebensmittel-Unter-
RENNER, E., suchung und-Forschung
DJAFARIAN, M. 6, 352 (1967)
- 36 KIERMEIER, F., Ztschr. f. Lebensmittel-Unter-
SCHUSTER, J., suchung und -Forschung
RENNER, E. 132, 276 (1967)
- 37 KISZA, J., Milchwiss.
KRUK, A., 22, 558 (1967)
ROTKIEWICZ, W.
- 38 KISZA, J., Milchwiss.
ROTKIEWICZ, W. 22, 627 (1967)
- 39 KISZA, J., Milchwiss.
SOBINA, A. 17, 544 (1962)
- 40 KLEIBER, M. Z. Tierphysiol., Tierernähr.,
Futtermittelkunde
11, 195 (1959)
- 41 KLOBASA, F. Diss. Univ. Gießen (1969)
- 42 KOFRANYI, E. Milchwiss.
5, 51 (1950)

- 43 KRÜGER, G. Arch. Lebensmittelhy.
13, 65 (1962)
- 44 McDOWALL, F.H. J. Dairy Res.
29, 307 (1962)
- 45 METIN, M. Milchwiss.
23, 276 (1968)
- 46 MHATRE, N.S.,
LEEDER, J.G.,
WOGAN, G.N. J. Dairy Sci.
45, 717 (1967)
- 47 NESENI, R.,
KÖRPERICH, H. Milchwiss.
7, 186 (1948)
- 48 NICOLET, J. Milchwiss.
14, 307 (1962)
- 49 NYZREY, Z. Le'Lait
22, 86 (1942)
- 50 ORTH, A. D.M. Ztg.
48, 1942 (1965)
- 51 ORTH, A.,
KAUFMANN, W. Futter und Fütterung
6, 43 (1960)
- 52 ORTH, A.,
KAUFMANN, W. Futter und Fütterung
11, 43 (1960)
- 53 ORTH, A.,
KAUFMANN, W. Futter und Fütterung
12, 49 (1961)
- 54 PEARSON, J.K.-L. J. Soc. Dairy Techn.
22, 147 (1969)
- 55 PORCHER, C. zit. nach PUHAN, Z.:
Diss. ETH Zurich (1966)
- 56 PUHAN, Z. Milchwiss.
22, 133 (1967)
- 57 RENNER, E. Diss. T.H. München (1960)
- 58 RENNER, E. Molkerei- und Käsereizeitung
19, 195 (1968)

- 59 RENNER, E.,
KIERMEIER, F. Milchwiss.
24, 153 (1969)
- 60 RENNER, E.,
SENFT, B. Züchtungskunde
43, 26 (1971)
- 61 RENNER, E.,
HUTH, F.W.,
KLOBASA, F. Das wirtschaftseigene Futter
3, 218 (1971)
- 62 ROOCK, J.A.F.,
ROWLAND, S.J. XV. Intern. Milchwiss. Kongr.
1, 204 (1959)
- 63 ROUSSEL, I.O.,
BEATTY, J.F. J. Dairy Sci.
53, 1085 (1970)
- 64 SADINI, V. Il Latte
37, 933 (1963)
zit. nach Metin, M. (45)
- 65 SCHWABE, A. K. Milchwiss.
6, 320 (1951)
- 66 SENFT, B. Diss. Rhein. Friedr.-Wilh.
Univ. Bonn (1958)
- 67 SENFT, B.,
KLOBASA, F. Milchwiss.
24, 713 (1969)
- 68 SENFT, B.,
KLOBASA, F. Milchwiss.
25, 391 (1970)
- 69 SHAH, P.C.,
MORSE, G.E. Amer. J.vet. Res.
25, 714 (1964)
Ref.: Milchwiss. 20, 668 (1965)
- 70 SINELL, H.-J.,
NEUSCHULZ, J. Milchwiss.
24, 713 (1969)
- 71 SMIDT, D. Tierzüchter
7, 184 (1971)
- 72 SOMMER, H. Diss. Univ. München (1962)
- 73 SOMMER, H. Bayr. Landw. Jb.
42, 311 (1965)

- 74 SOMMER, H. Züchtungskunde
37, 290 (1965)
- 75 SOMMER, H. Med. Welt
11, 419 (1971)
- 76 SOMMER, H.,
MARX, D. Berl. Münch. tierärztl. Wschr.
82, 201 (1968)
- 77 SOROKINA, O.,
SLIWKO, W. Mol. prom.
4, 38 (1964)
Ref.: Milchwiss. 19, 612 (1964)
- 78 TEUTE, H.W. Berl. Münch. tierärztl. Wschr.
74, 158 (1961)
- 79 TEUTE, H.W.,
WELZ, W. Kieler Milchw. Forsch. Ber.
13, 445 (1961)
- 80 TOLLE, A. Schriftenreihe d. Landw. Fak.
d. Univ. Kiel
41, (1967)
- 81 TOLLE, A.,
ZEIDLER, H.,
HEESCHEN, W. Milchwiss.
21, 93 (1966)
- 82 TOLLE, A.,
ZEIDLER, H.,
HEESCHEN, W. Milchwiss.
23, 564 (1968)
- 83 THOMPSON, M.P.,
TARASSUK, N.D.,
JENESS, R.,
LILLEVIK, H.A.,
ASHWORTH, U.S.,
ROSE, D. J. Dairy Sci.
48, 159 (1965)
- 84 UNGEHEUER, H. Med. Met. Hefte
11, 26 (1965)
- 85 WAGNER, H.J. Diss. Univ. Gießen (1966)
- 86 WEIGT, U. Milchwiss.
14, 61 (1959)

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. E. RENNER, danke ich für die Überlassung des Themas, die Schaffung der Voraussetzungen zur Durchführung der Arbeit sowie für die vielen freundlichen Ratschläge bei der Auswertung des Zahlenmaterials.

Weiterhin bin ich Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. L. KRÜGER und Herrn Prof. Dr. R. WASSMUTH für die Möglichkeit zur Durchführung praktischer Versuche zu Dank verpflichtet.

Den Angehörigen des Instituts danke ich für die mir erwiesene Hilfsbereitschaft.

Fräulein O. KÖTTER gilt mein Dank für die jederzeitige Unterstützung bei der Durchführung der Versuche und bei der Auswertung des Zahlenmaterials.

L e b e n s l a u f

Am 15.9.1938 wurde ich als Sohn des Dipl.-Ingenieurs Felix Wolf und seiner Ehefrau Kaethe, geborene Wykrzykowski, in Koblenz geboren.

Von 1944 bis 1948 besuchte ich die Volksschule in Güls/Krs. Koblenz. Daran schloß ich bis Ende 1950 den Besuch des Real-Gymnasiums in Koblenz.

Anfang 1951 übersiedelte ich mit meinen Eltern nach Trier und besuchte dort bis 1957 das Max-Planck-Gymnasium.

Vom 1.1.1957 bis zum 31.10.1959 erlernte ich bei der Eifel-Grenzland-Molkerei in Uettfeld/Krs. Prüm das Molkereifach und legte am 3.11.1959 vor dem Prüfungsausschuß der Landwirtschaftskammer Rheinland die Molkereiegehilfenprüfung mit dem Prädikat "gut" ab.

Vom 4.1.1960 bis zum 7.1.1961 war ich bei der Milchzentrale Max Müller in Bad Kissingen als Molkereiegehilfe tätig. Vom 9.1.1961 bis zum 17.7.1963 arbeitete ich beim Milchhof Saarbrücken und besuchte gleichzeitig das Abendgymnasium Saarbrücken, wo ich am 7.3.1964 das Zeugnis der Reife zuerkannt bekam.

Vom 10.3.1964 bis zum 31.10.1964 war ich als Abteilungsleiter für die Buttereie bei der Eifel-Grenzland-Molkerei tätig.

Vom 1.11.1964 bis zum 16.4.1969 studierte ich in Weihenstephan an der Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau der Technischen Hochschule München das Fach Landwirtschaft und bekam am 16.4.1969 nach mit "gut" bestandener Prüfung das Diplom zuerkannt.

Das vorliegende Dissertationsthema wurde mir im Rahmen eines Forschungsauftrages der Deutschen Forschungsgemeinschaft von Herrn Prof. Dr. E. Renner überlassen. Zur Durchführung der praktischen Versuche und zur anschließenden Datenauswertung war ich vom 1.5.1969 bis zum 30.4.1971 in der milchwirtschaftlichen Abteilung des Institutes für Tierzucht und Haustiergenetik der Justus-Liebig-Universität Gießen beschäftigt.

Seit dem 1.5.1971 bin ich mit der Geschäftsführung des Erzeugerringes Westfalen in Münster betraut.

